

**dr Edyta Buczyńska**

Katedra Zoologii, Ekologii Zwierząt i Łowiectwa

Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ul. Akademicka 13, 20-033 Lublin

tel. 511-851-791

e-mail: edyta.buczynska@gmail.com

## **AUTOREFERAT**

**Lublin 2019**

**1. Imię i nazwisko:**

Edyta Buczyńska

**2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe:**

**2002 – tytuł magistra biologii, specjalność: biologia środowiskowa**

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi;  
praca magisterska pt.: „Roślinność obszaru Zalesia Kańskiego w Obniżeniu Dorohuckim”.  
Promotor – Prof. dr hab. Kazimierz Karczmarz.

**2010 – stopień doktora nauk biologicznych, specjalność: zoologia – entomologia**

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi;  
rozprawa doktorska pt. „Chruściki (Trichoptera) Roztocza”. Promotor – Prof. dr hab.  
Witold Kowalik.

**3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:**

**01.10.2002-30.09.2010** – asystent, Katedra Zoologii, Wydział Biologii i Hodowli  
Zwierząt, Akademia Rolnicza/Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie<sup>1</sup>.

**od 01.10.2010 do chwili obecnej** – adiunkt, Katedra Zoologii/Katedra Zoologii, Ekologii  
Zwierząt i Łowiectwa, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt/Wydział Biologii, Nauk  
o Zwierzętach i Biogospodarki<sup>2</sup>, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie.

---

<sup>1</sup> W podanym okresie zatrudnienia nastąpiła zmiana nazwy Uczelni

<sup>2</sup> W podanym okresie zatrudnienia nastąpiła zmiana nazwy Katedry i Wydziału

**4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)**

**A) Tytuł osiągnięcia naukowego:**

Uwarunkowania środowiskowe występowania chruścików (Trichoptera) w wodach podlegających zróżnicowanej antropopresji

**B) Autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa:**

1. **Buczyńska E.\***, Buczyński P., Zawal A., Stępień E. 2016. Environmental factors affecting microdistribution of larval caddisflies (Trichoptera) in a small lowland reservoir under different watershed usage. *Fundamental and Applied Limnology*, 188 (2): 157-170, DOI: 10.1127/fal/2016/0833. **MNiSW=20, IF=1,170.**

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: zaplanowaniu badań i opracowaniu koncepcji publikacji, udziale w pozyskaniu materiału biologicznego oraz danych siedliskowych, wielowymiarowej analizie statystycznej i interpretacji wyników, napisaniu publikacji, przygotowaniu jej do druku oraz pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział procentowy szacuję na 80%.*

2. **Buczyńska E.\*** 2019. Storage reservoirs beyond a lake district as secondary habitats for caddisflies (Insecta: Trichoptera) in an area of karst origin (SE Poland). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 420, 4: 1-13, DOI: <https://doi.org/10.1051/kmae/2018045>. **MNiSW=20, IF=1,525.**  
Errata: 2019, 420, 4, DOI <https://doi.org/10.1051/kmae/2019005>.

3. **Buczyńska E.\***, Szlauer-Łukaszewska A., Czachorowski S., Buczyński P. 2018. Human impact on large rivers: the influence of groynes of the River Oder on larval assemblages of caddisflies (Trichoptera). *Hydrobiologia*, 819 (1): 177-195, DOI: 10.1007/s10750-018-3636-6. **MNiSW=30, IF=2,165.**

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: opracowaniu koncepcji publikacji, wykonaniu analiz statystycznych i interpretacji wyników, napisaniu manuskryptu, przygotowaniu go do druku oraz pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział procentowy szacuję na 60%.*

---

\* autor korespondencyjny

4. **Buczyńska E.\***, Buczyński P. 2019. Survival under anthropogenic impact: the response of dragonflies (Odonata), beetles (Coleoptera) and caddisflies (Trichoptera) to environmental disturbances in a two-way industrial canal system (central Poland). PeerJ, 6: e6215: 1-31, DOI: 10.7717/peerj.6215. **MNiSW=35, IF=2,118.**

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: opracowaniu koncepcji badań terenowych i publikacji, udziale w pozyskaniu materiału biologicznego oraz danych środowiskowych, oznaczeniu larw Trichoptera, wykonaniu analiz statystycznych i interpretacji wyników, napisaniu manuskryptu, przygotowaniu go do druku oraz pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział procentowy szacuję na 70%.*

5. **Buczyńska E.\***, Buczyński P. 2019. Aquatic insects of man-made habitats: environmental factors determining the distribution of caddisflies (Trichoptera), dragonflies (Odonata) and beetles (Coleoptera) in acidic peat pools. Journal of Insect Science, 19 (1): 17, 1-15, DOI: 10.1093/jisesa/iez005. **MNiSW=30, IF=1,324.**

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: opracowaniu koncepcji badań terenowych i publikacji, udziale w pozyskaniu materiału biologicznego oraz danych środowiskowych, oznaczeniu larw Trichoptera, wykonaniu analiz statystycznych i interpretacji wyników, napisaniu manuskryptu, przygotowaniu go do druku oraz pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział procentowy szacuję na 70%.*

Łączny współczynnik wpływu (*Impact Factor*) ww. prac wynosi **8,305** zaś sumaryczna liczba punktów MNiSW – **135** (punktację pracy z 2016 podano za wykazem czasopism punktowanych MNiSW z tego roku; natomiast dla prac opublikowanych od 2017 r. podano ją zgodnie z Przepisami wprowadzającymi ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, czyli wg wykazu z dnia 25 stycznia 2017 r. wskazanego jako wykaz czasopism naukowych obowiązujący podczas ewaluacji za lata 2017-2018). Oświadczenia współautorów publikacji nr 1, 3, 4 i 5 zawarte są w Załączniku nr 6.

### **C) Omówienie celu naukowego prac, wchodzących w skład osiągnięcia oraz osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

#### **Uzasadnienie tematyki badawczej**

Zaburzenia wód śródlądowych wywołane antropopresją to jeden z największych współczesnych problemów, z którym zmierzyć się musi hydrobiologia. Zmiana dynamiki systemu wodnego wywołana transformacją jednorazową bądź cykliczną uruchamia szereg procesów ekologicznych skutkujących m.in. utratą różnorodności biologicznej oraz przekształceniami zgrupowań organizmów. Skutki tych zmian są trwałe lub przejściowe, zależnie od rodzaju ingerencji oraz skali czasowej. W świetle narastającej utraty

różnorodności biologicznej w wodach naturalnych (Strayer i Dudgeon 2010, Sánchez-Bayo i Wyckhuys 2019), ważną i przyszłościową alternatywą dla wielu organizmów stają się wody pochodzenia antropogenicznego, które mogą być ważnym siedliskiem zastępczym, zwłaszcza na obszarach ubogich w wody naturalne czy w razie zanikania lub degradacji tych wód, np. wysychania torfowisk czy wypłymania się jezior (Bernard i Wildermuth 2005, Buczyński 2015). Ponadto, wskutek antropopresji, wiele wód naturalnych zostało transformowanych tak dawno i/lub silnie, że dziś funkcjonują w zasadzie tak samo, jak wody antropogeniczne. Jednak wiedza o mechanizmach funkcjonowania ekosystemów oraz strukturze i uwarunkowaniach siedliskowych organizmów w wodach pochodzenia antropogenicznego lub silnie antropogenicznie zmodyfikowanych jest wysoce niewystarczająca w stosunku do wiedzy o wodach naturalnych. Dlatego priorytetowe dla współczesnej hydrobiologii jest: (1) opisanie, ocenienie i zrozumienie procesów ekologicznych w danych ekosystemach stworzonych przez człowieka i/lub będących pod wpływem konkretnych zaburzeń antropogenicznych; (2) wskazanie na tej podstawie, w miarę potrzeb, odpowiednich niekolidujących z działalnością człowieka rozwiązań i działań praktycznych korzystnych dla organizmów żywych, z uwzględnieniem zasady zrównoważonego rozwoju.

Do monitorowania zmian zachodzących w środowisku wodnym wykorzystuje się od ponad wieku bezkręgowce – w tym chruściki (Trichoptera). Wśród makrobezkręgowców wodnych wyróżnia je szczególnie duże zróżnicowanie okupowanych przez larwy typów siedlisk i nisz troficznych (Holzenthal i in. 2007, Shefeld i in. 2019). Larwy chruścików uznawane za organizmy wrażliwe, stosuje się głównie jako indykatory czystości (jakości) wody (Pirvu i Pacioglu 2012, Rychła i in. 2015) oraz – w ostatnich latach – stanu ekologicznego lub zaburzeń siedliskowych (Houghton 2004, Chovanec i in. 2005, Brand i Miserendino 2011, Kalaninová i in. 2014). Potencjał chruścików jako wskaźników stanu ekologicznego i zaburzeń siedliskowych, który wykorzystywano głównie w badaniach wód płynących (naturalnych i poddanych antropopresji), jest jednak wciąż szerzej nie rozpoznany i wykorzystany. Dla wielu siedlisk czy typów antropogenicznych przekształceń nadal szuka się optymalnych grup indykatorowych. Jest to związane bezpośrednio z kolejnym aspektem analiz środowiskowych: poziomami (skalami) przestrzennymi, na (w) których dane czynniki oddziałują na organizmy wodne. Wiele wiadomo o czynnikach warunkujących bezpośrednio występowanie chruścików w naturalnych wodach płynących (np. własnościach fizyczno-chemicznych wody, rodzaju podłoża, roślinności). O wiele mniej wiadomo o wodach stojących, zaś bardzo mało o wodach antropogenicznych, w których wiele tych czynników jest modyfikowanych na skutek antropopresji. W ostatnich latach coraz więcej

badaczy eksploruje też czynniki działające pośrednio – tzw. krajobrazowe, rozpatrywane w różnych układach i miarach (np. powierzchniach, odległościach) oraz w aspekcie użytkowania otoczenia/zlewni (np. Galbright i in. 2008, Ligeiro i in. 2013). Sprzyja temu upowszechnienie oraz rozwój metod i narzędzi badawczych (np. GIS – Systemu Informacji Geograficznej czy statystycznych analiz wieloczynnikowych), dzięki którym można zdobywać i porównywać coraz więcej danych. W przypadku chruścików, które funkcjonują w środowisku wodnym jako larwy i poczwarki oraz w środowisku lądowym jako imagines – takie podejście wydaje się oczywiste i obligatoryjne. Jednak istniejąca wiedza jest niepełna i dotyczy głównie wód płynących (Houghton 2007, Galbraith i in. 2008, Brand i Miserendino 2011, Gombeer i in. 2011). Dla wód stojących, naturalnych i pozostałych, wiedza ta jest bardzo ograniczona. Także w Polsce nikt nie prowadził badań mających na celu poszerzenie tej wiedzy – z wyjątkiem Buczyńskiej i in. (2016), którzy analizowali zbiorniki wodne w dolinie małej rzeki. Trichopterofauna krajowych siedlisk antropogenicznych jest również bardzo słabo poznana – a dostępne publikacje były najczęściej opracowaniami faunistycznymi (Bohdiun i in. 1987, Czachorowski 1998, Buczyński i Serafin 2004, Buczyńska 2006). O strukturze i zgrupowaniach fauny poszczególnych typów tych wód brak nawet danych podstawowych, w przeciwieństwie do wielu wód naturalnych, np. jezior (Czachorowski 1998) czy cieków górskich (Szczęsny 2000). Skąpe dane na temat chruścików, np. w dużych zbiornikach zaporowych, są też rozproszone w pracach poświęconych ogólnie makrobezkręgowcom (Zaćwilichowska 1965, Krzyżanek 1973, Kuflikowski 1974). Jednak moje badania porównawcze nad Odonata i Coleoptera przedstawione w omawianym dalej osiągnięciu naukowym potwierdziły, że ogólne wnioski dla całej makrofauny formułowane przez tych autorów nie zawsze pokrywają się z faktycznymi reakcjami chruścików. Prace o wpływie konkretnych zaburzeń antropogenicznych czy czynników modyfikujących siedliska na Trichoptera też są nieliczne. Dotąd badano wpływ: zakwaszenia wody w ciekach (np. Szczęsny 1990), zanieczyszczenia strumieni miejskich (Tszydel i in. 2015), zabiegów rekultywacyjnych w jeziorze (Pietrzak i Czachorowski 2004), bagrowania małej rzeki nizinnej (Zawal i in. 2016), zbiornika zaporowego (Tszydel 2009, Buczyńska 2013) i toru kajakowego (Tszydel i in. 2003, 2004) na faunę rzek średniej wielkości. Ponadto, praktycznie brak danych o siedliskach, w których trichopterofauna ulegała transformacjom na przestrzeni długiego czasu (od wielu dziesiątek do setek lat) od wprowadzenia danej modyfikacji antropogenicznej w odniesieniu do siedlisk niezmodyfikowanych o podobnym charakterze. Przynajmniej częściowe wypełnienie

wszystkich tych luk w istniejącej wiedzy było celem prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

W opracowaniach opisujących wpływ czynników środowiskowych lub zaburzeń antropogenicznych na bezkręgowce, szczególnie w aspekcie porównawczym, ważny jest odpowiedni dobór poziomu organizacyjnego modelowej grupy do analiz. W wielu współczesnych pracach ekologicznych pomija się poziom gatunkowy, np. na rzecz syntetycznych i wygodniejszych w użyciu wskaźników ekologicznych. Jednak wnioskowanie na tej podstawie może być obarczone dużym błędem: na przykład zastosowanie wielorakich miar różnorodności gatunkowej w ocenie fauny po różnych przekształceniach siedliskowych (np. bagrowaniu, tworzeniu nowych siedlisk w procesie renaturyzacji) bez uwzględnienia jej składu gatunkowego jest niewystarczające (van Duinen i in. 2003, Zawal i in. 2016). Zachowanie jak największej różnorodności biologicznej może być priorytetem w dużej skali, jednak w środowiskach o specyficznym, ekstremalnym reżimie siedliskowym (np. torfowiskach, źródłach), wysoka różnorodność gatunkowa może wskazywać na zachodzące w nich niekorzystne procesy, skutkujące np. zanikaniem najcenniejszej, wyspecjalizowanej fauny na rzecz gatunków oportunistycznych (Bernard i in. 2002, Drinan i in. 2013, Shade 2017). Poziom gatunkowy – choć trudny do osiągnięcia w grupach niełatwych do oznaczania, takich jak chruściki – jest podstawą do określenia zgrupowań czy zastosowania wskaźników ekologicznych. Jednocześnie na tym poziomie nadal brakuje wielu fundamentalnych danych dotyczących poszczególnych gatunków Trichoptera, np. ich preferencji względem parametrów fizyczno-chemicznych wody (Graf i in. 2008). Część danych tego typu otrzymano wyłącznie w warunkach laboratoryjnych (Stewart i in. 2013) i nie wiadomo, czy i w jakim stopniu odzwierciedla to rzeczywistą sytuację w środowisku. Bez takich podstawowych danych referencyjnych jeszcze trudniej odnosić się do środowisk antropogenicznie zmienionych przez antropopresję, w których gradienty czynnikowe mogą być zmodyfikowane. Analizy ekologiczne na poziomach ogólnych, wyższych (rodzin, rzędów), generują równie ogólne wnioski, czasami nie do końca poprawne, np. Trichoptera uznawane są ogólnie za rząd wybitnie wrażliwy na zanieczyszczenia wody, ale szczegółowe badania wskazały, iż są wśród nich gatunki na nie odporne, np. z rodzaju *Hydropsyche* Pictet, 1834 (Bonada i in. 2004, Czachorowski i Serafin 2004). Obiecującą alternatywą badawczą pozwalającą unikać problemów w oznaczaniu trudnych grup jak również uzupełniającą kompleksową analizę fauny, jest koncepcja grup funkcjonalnych (FG – *functional groups*), opracowana pierwotnie i dobrze rozpoznana dla bezkręgowców wód płynących (Cummins 1973). Dzięki swym wyjątkowo zróżnicowanym preferencjom odnośnie np. typu i sposobu



zdobywania pożywienia, podłoża, pH, zasolenia, odporności na wysychanie, chruściki to doskonały model badawczy reprezentowany przez liczne grupy funkcjonalne, które mogą być użyte do śledzenia zmian zachodzących w środowiskach, zwłaszcza przekształconych antropogenicznie. Jednakże w badaniach krajowych ten potencjał był wykorzystywany nie w pełni: owszem, w wielu pracach wyróżniano funkcjonalne grupy troficzne (*FFG – functional feeding groups*), jednak zwykle bez wykorzystania całościowej struktury danej kategorii w określeniu zmian lub przekształceń siedlisk (np. Tsydel i in. 2003, Majecki 2006, Buczyńska 2013). Podobnie było w przypadku tzw. elementów ekologicznych wskazujących na stopień przywiązania fauny do określonego siedliska, opracowanych dla źródeł (Czachorowski 1999), jezior (Czachorowski 1998) czy torfowisk (Czachorowski i Buczyński 1999). Ich użycie w ocenie stanu ekologicznego trichopterofauny siedlisk antropogenicznych lub podlegających zróżnicowanej antropopresji wymaga dalszych badań. Biorąc pod uwagę powyższe aspekty, potrzebne wydaje się zastosowanie analizy wielopoziomowej odnośnie organizacji trichopterofauny w tego typu siedliskach, jak również uważna interpretacja poszczególnych wyników. Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego wychodzą naprzeciw tej potrzebie.

W kontekście wszystkich powyższych rozważań powstają kolejne pytania: czy trichopterofauna siedlisk antropogenicznych musi być uboższa, mniej zróżnicowana gatunkowo, z przewagą gatunków oportunistycznych albo odkształcona, choćby na poziomie struktury dominacji, zgrupowań czy wybranych grup funkcjonalnych? Według Lepori i Hjerdt (2006), skutki zaburzeń siedliskowych na organizmy wodne mogą być zarówno pozytywne jak i negatywne, zależnie od czasoprzestrzennej skali obserwacji. Jak to wygląda w przypadku chruścików siedlisk antropogenicznych oraz poddanych antropopresji? Jakie informacje wnoszą i na ile są zbieżne wyniki analiz na różnych poziomach organizacji Trichoptera? Jakie są reakcje chruścików w porównaniu z innymi rzędami owadów amfibiotycznych – podobne czy odmienne? Potrzeba znalezienia odpowiedzi na te pytania była także przyczyną podjęcia tematyki badawczej związanej z wykorzystaniem chruścików do analiz szeroko pojętej antropopresji.

### **Cel badawczy osiągnięcia naukowego**

Nadrzędnym celem naukowym było uzupełnienie wiedzy o faunie chruścików siedlisk podlegających zróżnicowanej antropopresji na 5 poziomach organizacyjnych (gatunkowym, zgrupowań, rzędu, grup funkcjonalnych oraz wskaźników ekologicznych) w powiązaniu z czynnikami siedliskowymi (naturalnymi lub związanymi z antropopresją) działającymi



w różnych wymiarach (skalach) – bezpośrednio (jak parametry fizyczno-chemiczne wody i strukturalne zbiornika) i/lub pośrednio (jak czynniki związane z krajobrazem lub użytkowaniem terenu). Aby go zrealizować, wybrano 5 zróżnicowanych modeli badawczych – siedlisk powstałych lub przekształconych w różnych jednostkach czasu, reprezentujących wody stojące (w tym o odmiennym charakterze przepływowym) i płynące. Wybrane rodzaje siedlisk oraz modyfikacji/zaburzeń nie były wcześniej obiektem/problemem kompleksowych badań trichopterologicznych. W dwóch projektach badawczych uwzględniono też dwa porównawcze rzędy owadów amfibiotycznych – Odonata i Coleoptera, aby sprawdzić, czy i w jakim stopniu reakcje Trichoptera na ww. czynniki są uniwersalne. Materiał pobierano według standardowych metod hydrobiologicznych z uwzględnieniem specyfiki danego typu siedliska i problemu (metodykę opisano szczegółowo w poszczególnych pracach). Dokonano też oceny skutków wybranych działań człowieka dla chrząszczy, ważek i chrząszczy wodnych, oszacowano potencjał ekologiczny badanych ekosystemów jako siedlisk wtórnych (zastępczych) oraz omówiono kwestie praktyczne dotyczące zrównoważonego zarządzania/gospodarowania tymi specyficznymi siedliskami, aby pogodzić priorytety ludzkie i przyrodnicze.

Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego miały następujące szczegółowe cele badawcze:

- określenie, czy w wodach antropogenicznych i podlegających zróżnicowanej antropopresji funkcjonują zgrupowania Trichoptera, które wykazują podobieństwo faunistyczne do zgrupowań występujących w analogicznych typach wód naturalnych (pierwotnych),
- porównanie wyników uzyskanych na różnych poziomach organizacyjnych Trichoptera – gatunków, rzędów, zgrupowań, wybranych grup funkcjonalnych oraz wskaźników ekologicznych,
- wskazanie czynników siedliskowych kluczowych dla rozmieszczenia larw Trichoptera wśród parametrów fizyczno-chemicznych wody i cech strukturalnych zbiornika (cieku) i/lub jego otoczenia bliższego (strefa brzegowa) i dalszego (krajobraz),
- rozpoznanie wzorców występowania (zakresów tolerancji) całego rzędu lub wybranych gatunków na tle określonych czynników siedliskowych,
- prześledzenie, czy i w jakim stopniu funkcjonowanie i reakcje Trichoptera, Odonata i Coleoptera w badanych typach wód są podobne oraz, który rząd nadaje się najlepiej do detekcji określonych gradientów/modyfikacji siedliskowych (publikacje 4. i 5. osiągnięcia naukowego),

- sprawdzenie, czy wszystkie modyfikacje siedliskowe (jednorazowe lub cykliczne) badanych środowisk są niekorzystne dla owadów wodnych,
- oszacowanie, czy tworzenie antropogenicznych siedlisk wodnych lub modyfikacja istniejących sprzyja zwiększeniu bioróżnorodności gatunkowej owadów wodnych na danym obszarze,
- określenie, czy siedliska pochodzenia antropogenicznego są ważnym siedliskiem wtórnym (zastępczym) dla owadów wodnych, szczególnie przy braku na danym obszarze pierwotnych lub innych środowisk wodnych.

### **Omówienie wyników**

1. Buczyńska E., Buczyński P., Zawal A., Stępień E. 2016. **Environmental factors affecting microdistribution of larval caddisflies (Trichoptera) in a small lowland reservoir under different watershed usage.** *Fundamental and Applied Limnology*, 188 (2): 157-170, DOI: 10.1127/fal/2016/0833.

Celem pierwszej pracy była kompleksowa analiza Trichoptera wszystkich dostępnych mikrosiedlisk w ok. 300-letnim, sztucznym zbiorniku przepływowym (Stawie Turtulskim, Polska północno-wschodnia), zdefiniowanych jako wypadkowa wielu czynników (mikro)siedliskowych, nie tylko strukturalnych (Kemp i in. 1999). Wykorzystując m.in. metodę wieloczynnikowych analiz statystycznych (analizę redundancji – RDA) zastosowano tu dwojakie podejście porównawcze: gatunkowe (zgrupowania) oraz grup funkcjonalnych (FG) i wskaźników ekologicznych na tle 10 czynników środowiskowych. Zainicjowano tym samym uwzględnienie w takich analizach kilku poziomów przestrzennych – w tym przypadku trzech: czynników związanych nie tylko z samym zbiornikiem (fizyczno-chemicznych i strukturalnych), ale również z użytkowaniem/zagospodarowaniem brzegu i otoczenia. Do opracowania takiej koncepcji badawczej przyczynił się brak kompleksowych danych odnośnie chrzączek w tego typu siedliskach i czynników kształtujących ich rozmieszczenie. Rozmieszczenie mikrosiedliskowe Trichoptera jest stosunkowo dobrze poznane w strumieniach i rzekach (np. Urbanič i in. 2005), natomiast o wodach stojących, a już zwłaszcza poddanych antropopresji, wiadomo mało. W wielu publikacjach poruszających to zagadnienie odnośnie różnych typów wód uwzględniane są tylko pojedyncze lub wybrane mikrosiedliska, do tego utożsamiane wyłącznie z podłożem lub roślinami. Ponadto, w badaniach wód stojących (szczególnie antropogenicznych) właściwie nie stosowano metod

statystycznych uwzględniających symultaniczny efekt działania różnych czynników na larwy Trichoptera, a poziomu przestrzennego lądowego nie uwzględniano w ogóle.

Badania wzbogaciły istniejącą wiedzę o następujące fakty: rozmieszczenie larw chruścików w Stawie Turtulskim warunkowało 5 parametrów: trzy fizyczno-chemiczne (temperatura, zawartość tlenu rozpuszczonego, przewodnictwo elektrolityczne – EC) i dwa strukturalne (ocienienie, stopień rozwinięcia helofitów). Analiza FG i wskaźników ekologicznych również wskazała na temperaturę, zawartość tlenu rozpuszczonego oraz ocienienie jako na istotne parametry różnicujące, umieszczając wśród nich także użytkowanie brzegu, przez co objęła wszystkie poziomy przestrzenne zastosowanych zmiennych oraz wyjaśniła większy procent zmienności Trichoptera (46,5%) niż analiza dotycząca gatunków (33%). Wskazuje to na jej większy potencjał użytkowy dla takich siedlisk oraz dowodzi, że wyniki analiz dotyczących obu poziomów organizacyjnych są komplementarne. To spostrzeżenie jest istotne dla rozwoju wiedzy o metodyce badań. Grupą funkcjonalną najlepiej definiującą badany typ środowiska były reofile, ściśle związane z kluczową parą przeciwstawnych parametrów fizyczno-chemicznych: temperaturą i zawartością tlenu rozpuszczonego oraz z obecnością roślinności drzewiastej (zmienne: użytkowanie otoczenia i ocienienie), co wykazały obie analizy RDA oraz testy Kruskala-Wallisa dla wybranych parametrów siedliskowych (w tym podłoża). Interesujące, że wbrew powszechnym poglądom (cf. Czachorowski 1998) okazało się, że zbiornik zaporowy nie musi mieć zubożałej trichopterofauny charakterystycznej dla jeziora mezotroficznego – w Stawie Turtulskim fauna była stosunkowo bogata (38 taksonów), zaś 6 wyróżnionych zgrupowań nawiązywało faunistycznie do jeziora eutroficznego. Najbardziej konserwatywne zgrupowanie związane było z nymfeidami i helofitami, istotne było też rozmieszczenie i sąsiedztwo poszczególnych mikrosiedlisk, które wybranym gatunkom pozwalało na przemieszczanie się między nimi. Tym samym dowiedziono, że zbiornik pochodzenia antropogenicznego, choć poddawany różnym typom użytkowania i presji, może być ważnym siedliskiem wtórnym dla owadów wodnych, a kluczowy dla różnorodności biologicznej jest układ mikrosiedlisk, który – analogicznie jak w wodach płynących (Urbanič i in. 2005) – ma charakter „wyspowy” oraz warunkowany jest wyraźnie występowaniem roślin (helofitów i roślinności drzewiastej) jak również konkretnym typem podłoża. Jest to przyczynek do wiedzy o refugiach w ekosystemach antropogenicznie przekształconych.

**Aspekt praktyczny:** wyniki tej pracy dowiodły, że chruściki – zarówno na poziomie gatunkowym jaki i określonych grup funkcjonalnych i wskaźników ekologicznych – to czułe indykatory sposobu użytkowania otoczenia zbiornika i wskaźniki różnych gradientów

siedliskowych na różnych poziomach przestrzennych. W odpowiednich warunkach można je zastosować w ocenie nawet pojedynczych zbiorników. Informacje dotyczące rozmieszczenia mikrosiedliskowego mogą być także wykorzystane w wodach stojących (nie tylko antropogenicznych) do określenia potencjalnie niekorzystnych procesów albo do wskazania obszarów zbiornika, w których należało by podjąć działania naprawcze zapobiegające dalszym zmianom negatywnym. Działania te mogą być przydatne w zachowaniu różnorodności biologicznej, szczególnie na obszarach objętych ochroną, w których są to kwestie priorytetowe.

**2. Buczyńska E. 2019. Storage reservoirs beyond a lake district as secondary habitats for caddisflies (Insecta: Trichoptera) in an area of karst origin (SE Poland).** Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 420, 4: 1-13, DOI: <https://doi.org/10.1051/kmae/2018045>. Errata: 2019, 420, 4, DOI <https://doi.org/10.1051/kmae/2019005>.

Kolejna praca rozwija temat związany z wodami antropogenicznymi, koncentrując się tym razem na trzech zbiornikach retencyjnych młodszych (11-45 lat), ze znikomym przepływem, powstałych przez obwałowanie wododziałowych obszarów zlewniowych i położonych na Polesiu (Polska południowo-wschodnia), poza pasem jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Jej cele były następujące: porównanie fauny zbiorników na czterech poziomach organizacji (gatunków, zgrupowań, FG i wskaźników ekologicznych); wskazanie czynników siedliskowych (z trzech poziomów przestrzennych) warunkujących występowanie taksonów; określenie, czy i ew. w jakim stopniu fauna tych sztucznych siedlisk, oddalonych średnio 31,6 km od najbliższych jezior, nawiązuje do nich faunistyczne (posłużono się tu danymi porównawczymi z czterech jezior pojezierza o różnej trofii). Aparat metodyczny wzbogacono o wykorzystanie: w przypadku grup funkcjonalnych – kategorii troficznych (FFG); wskaźników naturalności (Wzs i Wzi), które określają stopień wyspecjalizowana fauny (w tym przypadku stopień jeziorności); analizy TWINSPAN, na której podstawie wyodrębniono zgrupowania gatunków charakterystyczne dla siedliska oraz gatunki indykatorowe I podziału; metodyki GIS, za której pomocą wyznaczono cechy krajobrazowe w strefach buforowych (w promieniu 500 m od miejsca poboru próby) oraz odległości od najbliższych drobnych wód stojących i płynących; analizy NMDS, za pomocą której określono powiązania faunistyczne (wskaźnik Braya-Curtisa) między badanymi zbiornikami i czterema jeziorami.

Cechą charakterystyczną trichopterofauny trzech badanych zbiorników retencyjnych – mimo zasilania przez wody płynące – był całkowity brak reofili. Tę samą prawidłowość wykazał Czachorowski (1998) dla naturalnych wód stojących Polesia, uznając ją za unikalną i wyznacznikową dla tego obszaru Polski. Ogólnie, fauna badanych zbiorników była uboższa gatunkowo niż fauna jezior porównawczych, ale odznaczała się wyższymi wartościami wskaźnika różnorodności (PIE) i równomierności (E), a przede wszystkim – wskaźnika jakościowego naturalności (Wns), co wskazuje, że zbiorniki te mogą pełnić funkcję zastępczą dla trichopterofauny w stosunku do jezior na obszarze poza pojezierzami, utrzymując ważną pulę gatunkową i genetyczną dla regionu, szczególnie w kontekście stałego wypłykania się i zanikania jezior (Michalczyk i Wilgat 1998). Ogólnie badane zbiorniki, mimo swej odrębności faunistycznej, wyrażonej m.in. w strukturze dominacji, nawiązują wyraźnie do struktury gatunkowej jezior mezo- i eutroficznych (osie wykresu NMDS wskazały wyraźnie czynnik trofii i pochodzenia zbiorników). Struktura funkcjonalnych troficznych grup we wszystkich zbiornikach retencyjnych była reprezentowana przez wszystkich 6 kategorii i podobna, zwłaszcza pod względem jakościowym, co świadczy o wypełnieniu dostępnych nisz troficznych przez chruściki i równowadze tych ekosystemów. Nieco wyższy udział drapieżników w zbiorniku najmłodszym może świadczyć o końcowej fazie jego kolonizacji (Ruhí i in. 2009), aczkolwiek wyniki moich badań wykazały, że sam wiek zbiorników nie był istotny dla chruścików. *Novum* w opisywanej pracy to wskazanie czterech gatunków indykatorowych dla tego rodzaju siedliska i rewizja powiązań z trofią zbiornika dla: *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842), *Cyrnus crenaticornis* (Kolenati, 1859) i *C. flavidus* McLachlan, 1864. Trzy odrębne analizy CCA (kanoniczna analiza korespondencji) dla zmiennych fizyczno-chemicznych wody, strukturalnych zbiornika i krajobrazowych w strefach buforowych wykazały, że larwy chruścików ściśle zależą od czynników działających na wszystkich trzech poziomach przestrzennych, przy czym najważniejsze były parametry wody (wyjaśniły 28% całkowitej zmienności Trichoptera, istotne statystycznie były tu: potencjał oksydacyjno-redukcyjny ORP, EC i temperatura wody), następnie czynniki strukturalne (21%, istotne były: ocienienie i stopień rozwinięcia elodeidów), a najmniej czynniki krajobrazowe (9,5%, istotna była odległość między stanowiskiem a najbliższym drobnym zbiornikiem). Dane dotyczące ORP dodały nowe treści do wiedzy o zależnościach gatunek-siedlisko dla Trichoptera, gdyż ten czynnik – mimo potencjalnego znaczenia jako miara czystości wody – jest rzadko mierzony i jeszcze rzadziej analizowany w pracach hydrobiologicznych. W literaturze opisującej zależności między bezkręgowcami wodnymi a roślinnością wodną dominuje najczęściej podejście uwzględniające makrofity jako kategorię

ogólną. Wyniki omawianej pracy (analiza CCA oraz wyodrębnione cztery zgrupowania) wskazują, iż w przypadku chruścików te kategorie powinny być w miarę możliwości sprecyzowane, gdyż różne gatunki Trichoptera są związane z różnymi formami życiowymi hydrofitów. Powiązania chruścików czynnikami krajobrazowymi uwypukliły rolę potencjału dyspersyjnego tych owadów (szczególnie rodzaju *Agrypnia* Curtis, 1835) i procesów kolonizacyjnych wynikających z obecności drobnych wód stojących w pobliżu zbiorników.

**Aspekt praktyczny:** wyniki tej pracy wykazały, że mimo pochodzenia antropogenicznego i systematycznej ingerencji/presji człowieka, płytkie zbiorniki retencyjne należy uznać za ważny element sieci hydrobiologicznej. Dla Trichoptera mogą pełnić funkcję siedlisk zastępczych w stosunku do jezior mezo- i eutroficznych. Na obszarach położonych z dala od naturalnych wód stojących mogą być ważnym refugium dla entomofauny wodnej. Zgrupowania i wybrane gatunki Trichoptera mogą być także użyte jako wskaźniki określonego stanu makrofitowego zbiornika (proporcje gatunków związanych z elodeidami czy helofitami) oraz niekorzystnych procesów eutrofizacji. FFG mogą z kolei służyć jako narzędzie przydatne do oceny stanu i zasobów pokarmowych tego typu wód. Odpowiednie gospodarowanie roślinnością zielną i drzewiastą oraz kształtowanie podłoża można wykorzystać jako działania na korzyść owadów wodnych, gdyż wpływają one na zróżnicowanie warunków siedliskowych (*habitat heterogeneity*) i odpowiadają za utrzymanie różnych stadiów sukcesji roślinności, kluczowej dla tych owadów.

**3. Buczyńska E., Szlauer-Łukaszewska A., Czachorowski S., Buczyński P. 2018. Human impact on large rivers: the influence of groynes of the River Oder on larval assemblages of caddisflies (Trichoptera).** *Hydrobiologia*, 819 (1): 177-195, DOI: 10.1007/s10750-018-3636-6.

Nadrzędnym celem badań przeprowadzonych na 420-km uregulowanym odcinku Odry było określenie wpływu ostróg – budowli hydrotechnicznych, które chronią brzegi rzeki przed podmywaniem oraz polepszają warunki żeglugowe, a jednocześnie zmieniając radykalnie hydromorfologię rzeki zaburzają ciągłość procesów ekologicznych i życiowych organizmów wodnych – na występowanie larw Trichoptera. Wyniki przedstawione w tej pracy można uznać za całkowicie pionierskie dla tej grupy owadów i praktycznie unikalne – jeśli chodzi o skalę przestrzenną i koncepcję – wśród badań hydrobiologicznych dotyczących makrobezkręgowców dużych rzek – wyjątkiem są badania nad wybranymi bezkręgowcami Łaby w zależności od rodzaju ostróg (Kleinwächter i in. 2005). Wybór ciekę oraz problemu



badawczego był podyktowany także tym, że według zaleceń Unii Europejskiej zawartych w programie Natura 2000 i Ramowej Dyrektywie Wodnej (Tockner i in. 2009) – duże, silnie przekształcone czy zanieczyszczone rzeki Europy są siedliskiem priorytetowym, jeśli chodzi o rozpoznanie i ochronę ich różnorodności biologicznej oraz polepszanie stanu wód.

Badaniami objęto cztery rodzaje siedlisk: 15 stref lenitycznych między ostrogami (tzw. zastoiska – *groyne fields*), 13 szczytów ostróg (tzw. siedliska prądowe) oraz 19 stanowisk porównawczych: cztery rzeczne (bez ostróg) i 15 starorzeczy Odry. Założono, że trichopterofauna obu typów siedlisk „ostrogowych” będzie nawiązywać do ww. siedlisk porównawczych o zbliżonym charakterze. Analizę Trichoptera przeprowadzono na czterech poziomach organizacyjnych: gatunków, zgrupowań (metoda UPGMA), dwu rodzajów grup funkcjonalnych (opartych o preferencje troficzne i względem prądu wody) oraz wskaźników ekologicznych. Za pomocą dwu odrębnych analiz RDA określono czynniki siedliskowe (fizyczno-chemiczne wody i strukturalne) warunkujące rozmieszczenie chruścików w Odrze uwzględniając ogółem 19 zmiennych, w tym zmienne związane z czystością (jakością) wody. Okazało się, że struktura dominacji oraz wartości wskaźników poszczególnych typów siedlisk były różne, przy czym najwięcej gatunków, osobników i najwyższe wskaźniki różnorodności gatunkowej odnotowano w starorzeczach i zastoiskach między ostrogami. Podobieństwo faunistyczne jakościowe tych dwu siedlisk wyniosło aż 48%, miały one też najbardziej zbliżoną strukturę dla FG odnośnie preferencji prądowych (z dominacją limnobiontów i limnofilów). Fauna szczytów ostróg była najbardziej odrębna (NMDS) – stwierdzono tu najmniej taksonów, ale były one najbardziej równomiernie rozmieszczone i aż w 90% reprezentowały grupę reofili (rodzaj *Hydropsyche*). Proporcje FFG były bardzo różne w badanych siedliskach, z przewagą rozdrabniaczy-drapieżników w zastoiskach i starorzeczach oraz filtratorów w siedliskach prądowych. W faunie Odry wyodrębniono trzy zgrupowania: 1. i 3. charakterystyczne dla siedlisk lenitycznych oraz 2. o charakterze mieszanym, typowe dla szczytów ostróg i zastoisk. Wśród czynników siedliskowych kształtujących zgrupowania chruścików w rzece istotne były cztery parametry fizyczno-chemiczne wody (tlen rozpuszczony, azotany, EC i fosforany) oraz dwa parametry strukturalne (detrytus i roślinność wodna). Obie grupy zmiennych wyjaśniły nieduży procent zmienności gatunkowej tych owadów (odpowiednio 15,5 i 9%), przy czym te wyniki są dość typowe dla środowisk rzecznych. Porównanie trichopterofauny Odry (i jej starorzeczy) do analogicznych siedlisk – naturalnych lub uregulowanych dużych rzek (w tym samej Odry sprzed dekady), kanału oraz starorzeczy Bugu wykazało, że fauna rzeki i jej starorzeczy jest najbardziej podobna do fauny starorzeczy Bugu i łączy się na wykresie NMDS z fauną rzek



naturalnych (Bugu, Niemna), w opozycji względem osi drugiej do fauny Łaby, Odry badanej 10 lat temu oraz kanału Odra-Szprewa. Wyniki omawianych badań wskazują, iż ostrogi miały pozytywny wpływ na faunę chrzączków rzeki – w stosunku do stanowisk kontrolnych rzecznych zwiększyły dwukrotnie bogactwo taksonomiczne i trzykrotnie różnorodność gatunkową, wzbogaciły faunę rzeczną o gatunki stagnofilne (z rodzin Limnephilidae i Leptoceridae) w zastoiskach oraz reofilne (Hydropsychidae) na szczytach ostróg, przez wzrost zróżnicowania (mikro)siedliskowego. Odnotowanie aż 11 taksonów wyłącznych tylko dla odcinka z ostrogami wskazało na większą, niż sądzono, różnorodność biologiczną Trichoptera całej doliny rzecznej. Dlatego ważnym spostrzeżeniem jest, że pojawienie się ostróg – modyfikacji kolejnej po regulacji rzeki – odtworzyło w Odrze układ siedlisk rzeki naturalnej, w której występują naprzemiennie strefy lotyczne i lenityczne (bystrza i plosa) – stąd wykazane powiązania badanego systemu z rzekami naturalnymi (NMDS). W tym sensie tworzenie ostróg może być traktowane jako odpowiednik działań renaturyzacyjnych w dużych rzekach. Zastoiska silnie nawiązują liczbą taksonów, zgrupowaniami czy proporcjami FG do starorzeczy, dodatkowo ich fauna to cenna pula gatunkowa w aspekcie dwukierunkowej kolonizacji tych dwóch siedlisk (drogą wodną i lądową), szczególnie w przypadku zaburzeń czy katastrof zachodzących w samym korycie rzeki.

**Aspekt praktyczny:** zaprezentowane tu wyniki badań chrzączków dowiodły, iż nie każda ingerencja hydrotechniczna w koryto rzeczne musi mieć wyłącznie negatywne skutki. Wręcz przeciwnie: tworzenie ostróg na pewnych odcinkach rzek może być łatwiejszym i nade wszystko – tańszym sposobem renaturyzacji zdegradowanych rzek, niż choćby kosztochłonne odtwarzanie meandrów. Wykazano, że Trichoptera są grupą dobrą do śledzenia skutków antropogenicznych przekształceń w rzekach oraz do oceny różnorodności biologicznej ekosystemu całej doliny rzecznej. Przez wyraźne związki z parametrami warunkującymi czystość wody, dwa reofile: *Hydropsyche bulgaromanorum* (Malicky, 1977) i *H. guttata* Pictet, 1834, mogą też posłużyć jako indykatory procesów eutrofizacyjnych wód płynących. Również analiza funkcjonalnych grup troficznych Trichoptera może mieć zastosowanie praktyczne, szczególnie licznych w tym rzędzie rozdrabniaczy i drapieźników, które według Rawer-Jost i in. (2000) są dobrymi wskaźnikami zaburzeń (zanieczyszczeń) rzek. W kontekście aktualnych potrzeb krajowych, dane uzyskane dla Odry mogą być przydatne w obecnym planowaniu regulacji dolnego biegu Wisły – takim, by była ona możliwie „pro-przyrodnicza”, niezagrażająca różnorodności biologicznej.

**4. Buczyńska E., Buczyński P. 2019. Survival under anthropogenic impact: the response of dragonflies (Odonata), beetles (Coleoptera) and caddisflies (Trichoptera) to environmental disturbances in a two-way industrial canal system (central Poland). PeerJ, 6: e6215: 1-31, DOI: 10.7717/peerj.6215.**

Kolejne badania przeprowadzono w systemie kanałów przemysłowych Zakładów Azotowych w Puławach. Skupiono się tu na schemacie powiązań faunistycznych między owadami wodnymi cieków pochodzenia antropogenicznego i zasilającej je niedużej rzeki oraz na wpływie na entomofaunę zanieczyszczeń termicznych i regularnego bagrowania prowadzonego w kanałach. Tym razem oprócz chruścików uwzględniono dwa dodatkowe rzędy owadów – ważki (Odonata) i chrząszcze (Coleoptera) – aby sprawdzić, czy reakcje Trichoptera mogą być uniwersalne (reprezentatywne) dla owadów amfibiologicznych, czy też każdy z rzędów definiuje środowisko i jego przekształcenia (zaburzenia) nieco inaczej. Ponadto, określono i porównano czynniki siedliskowe (fizyczno-chemiczne wody i strukturalne cieków) warunkujące rozmieszczenie ww. taksonów w trzech różnych typach siedlisk (rzece, kanałach doprowadzalnikowych zasilanych wodami rzecznyymi i chłodniczych kanałach odprowadzalnikowych) oraz wyznaczono zakresy tolerancji dla trzech badanych rzędów odnośnie 5 kluczowych parametrów siedliskowych (temperatury, EC, całkowitej zawartości substancji stałych – TDS, pH, szybkości nurtu) w sposób istotny statystycznie różnicujących badane wody. Ze względu na ekstremalne warunki siedliskowe, które dla fauny wodnej są letalne lub subletalne, kanały przemysłowe są rzadkim obiektem badań hydroentomologicznych. W krajowej literaturze trichopterologicznej nie ma na ten temat żadnych danych. Systemy otwarte, z czynnikami subletalnymi, które dodatkowo można prześledzić na tle siedliska naturalnego, z którym mają łączność, są w tym kontekście wyjątkowe. Niewiele wiadomo też na temat wpływu temperatury na Trichoptera w wodach antropogenicznych (dostępne dane zwykle dotyczą warunków laboratoryjnych), zaś skutki bagrowania opisywane były głównie w ciekach naturalnych (Zawal i in. 2016) i/lub na poziomie wyższych taksonów lub wskaźnikowym (McCabe i in. 1997).

Badania prowadzono w 2011 r. i – po bagrowaniu i regeneracji ekosystemu – w 2013 r. Entomofaunę analizowano na poziomie gatunków, rzędów i 5 wskaźników ekologicznych. W ocenie skutków bagrowania posłużono się analizą BACI (*Before-After-Control-Impact*) przeprowadzoną dla wszystkich wskaźników. Metoda SIMPER umożliwiła wskazanie gatunków odpowiedzialnych za odrębność faunistyczną trzech badanych typów siedlisk, zaś analizy CCA wyszczególniły istotne czynniki siedliskowe warunkujące rozmieszczenie

w nich wszystkich taksonów, jak również poszczególnych rzędów. Okazało się, że w badanym systemie chruściki występowały tylko w rzece i doprowadzalnikach, natomiast ważki i chrząszcze obecne były w każdym typie siedliska, choć w wodach chłodniczych fauna chrząszczy była bardzo uboga jakościowo. W rzece w obu latach badań stwierdzono taką samą liczbę gatunków owadów (podobnie jak samych chruścików), natomiast w obu kanałach po bagrowaniu liczba wszystkich gatunków owadów wzrosła. Jednak liczba gatunków samych Trichoptera po bagrowaniu w doprowadzalnikach spadła, co można wiązać z ich słabszym potencjałem rekolonizacyjnym oraz nieodtworzeniem ważnych dla nich mikrosiedlisk. Z kolei liczba gatunków, osobników i różnorodność gatunkowa ważek i chrząszczy po bagrowaniu wzrosła, co powiązano z dryftem (doprowadzalnik – głównie chrząszcze) oraz kolonizacją drogą powietrzną (głównie odprowadzalniki – ważki). Analiza BACI wskazała, że jedynymi wrażliwymi miarami zmian całej fauny po bagrowaniu z 5 wskaźników biocenotycznych były: średnia liczba gatunków oraz wskaźnik dominacji dla układu doprowadzalnik-odprowadzalnik. Stwierdzono również typowe dla efektów bagrowania zastępowanie gatunków (Buczyński i in. 2016, Zawal i in. 2016) – w nowym, zmienionym siedlisku pojawiły się gatunki o innych wymaganiach siedliskowych (np. chruściki domkowe czy ważki termofilne). Wszystkie te spostrzeżenia istotnie uzupełniły wiedzę o faunie chruścików, ważek i chrząszczy cieków poddanych bardzo silnej antropopresji *versus* zasilającej je niedużej rzeki prowadząc do ważnego wniosku, że ocena zmian fauny wyłącznie według wskaźników ekologicznych, z pominięciem analizy poziomu gatunkowego, jest niewystarczająca. Fauna kanałów nawiązywała do fauny rzeki zasilającej cały system – szczególnie doprowadzalniki (30% podobieństwo faunistyczne wg formuły Jaccarda), co wykazały analizy NMDS oraz kladogram UPGMA.

W rzece kluczowe dla rozmieszczenia chruścików, podobnie jak i ważek, okazały się tylko dwa czynniki fizyczno-chemiczne wody: EC i zasolenie. Dla wszystkich owadów i osobno dla chrząszczy – tylko EC. W doprowadzalnikach kluczowe dla wszystkich owadów były ponownie EC i zasolenie (dla ważek również zawartość tlenu rozpuszczonego). Wynika z tego, że mimo odmiennych typów siedlisk, poddanych i niepoddanych antropopresji, wykształciła się w nich podobna fauna warunkowana tymi samymi (podobnymi) czynnikami. Tylko ważki i dwa gatunki chrząszczy – w najbardziej odrębnych wodach chłodniczych – zależne były od czynnika strukturalnego: roślinności wodnej. W omawianych badaniach zainteresowano się również problemem maskowania czynników (Kefford 1998), który w tym przypadku okazał się związany z temperaturą. Wzorce występowania każdego rzędu na tle: temperatury, EC, TDS, pH, szybkości nurtu, wykazały, że najbardziej wrażliwe były chruściki

– maksymalne wartości temperatury wód zrzutowych były dla nich letalne. Dla niektórych gatunków chruścików prawdopodobnie szkodliwe były również wysokie wartości EC. Ważki występowały w najszerszych zakresach czynników fizyczno-chemicznych. Chrząszcze uplasowały się pomiędzy tymi grupami – część reakcji miały podobną do tych u ważek (EC, TDS), część – do tych u chruścików (pH). Te wyniki uzupełniają istniejącą wiedzę o reakcjach chruścików, ważek i chrząszczy na określone czynniki fizyczno-chemiczne wód poddanych antropopresji. Modyfikują one także powszechne poglądy na temat skali (gradacji) wrażliwości tych trzech grup. Z dostępnego piśmiennictwa wynika, że skala ta jest następująca: (1) chruściki, (2) ważki, (3) chrząszcze (Chang i in. 2014). Wyniki omawianej pracy wskazują natomiast na następującą kolejność: (1) chruściki, (2) chrząszcze, (3) ważki, co może być uznane za prawidłowość specyficzną dla wód sztucznych, poddanych silnej antropopresji (w tym termicznej).

**Aspekt praktyczny:** wyniki zawarte w pracy wskazują, że sztuczne ciekі pozostające pod presją przemysłową, które zasiedla specyficzna fauna, mogą stanowić interesujący i ważny obiekt badawczy nad reakcjami owadów wodnych na różne formy zaburzeń czy zmiany siedliskowe. Wykazano, że w ocenie wczesnych biologicznych skutków bagrowania – do której najlepiej wykorzystać wszystkie trzy przeanalizowane rzędy – poza wskaźnikami ekologicznymi konieczne jest prześledzenie zmian na poziomie gatunkowym. Chruściki są najlepszą grupą różnicującą siedliska naturalne i sztuczne (w tym przypadku rzekę i kanały), ale nie nadają się do detekcji zmian w stałych temperaturach powyżej 20°C. W takich siedliskach antropogenicznych ważki najlepiej charakteryzują zachodzące zmiany, gdyż są wrażliwe zarówno na parametry wody, jak i elementy strukturalne siedliska. Ponadto odznaczają się najwyższą odpornością termiczną, co można wykorzystać w bioindykacji wód podgrzanych. Chrząszcze nie różnicowały cieków naturalnych i sztucznych, jeśli chodzi o wskaźniki ekologiczne, są one natomiast dobrą grupą do oceny wpływu bagrowania na ciek w krótkim czasie. Wyniki przedstawione w tej pracy potwierdzają zalety stosowania jako organizmów wskaźnikowych nie jednej, lecz kilku, nawet teoretycznie podobnych grup taksonomicznych, gdyż analiza ich reakcji na zmiany/gradientsy środowiska daje pełniejszy obraz, szczególnie w przypadku skomplikowanych układów siedliskowych podlegających zaburzeniom różnego rodzaju, zwłaszcza silnej antropopresji.

**5. Buczyńska E., Buczyński P. 2019. Aquatic insects of man-made habitats: environmental factors determining the distribution of caddisflies (Trichoptera), dragonflies (Odonata) and beetles (Coleoptera) in acidic peat pools.** Journal of Insect Science, 19 (1): 17, 1-15, DOI: 10.1093/jisesa/iez005.

Mimo, iż torfowiska sfagnowe należą do najbardziej zagrożonych i unikatowych ekosystemów w skali globalnej (Spitzer i Danks 2006), zasiedlające je Trichoptera nie doczekały się żadnych systematycznych badań faunistycznych i ekologicznych ani w Polsce, ani w Europie. Z kolei dane o entomofaunie torfianek sfagnowych – zbiorników pochodzenia antropogenicznego – we wcześniejszej literaturze hydrobiologicznej mają charakter czysto dokumentacyjny, zaś w nowszej – pojawiają się zwykle w aspekcie odtwarzania (*restoration*) torfowisk. W tych opracowaniach chruściki są zwykle pomijane lub traktowane ogólnikowo. Bezkręgowce (na poziomie rzędów) są najczęściej obiektem badań dotyczących tempa i możliwości kolonizacji nowoutworzonych oczek na torfowiskach, natomiast dane o faunie starszych torfianek są bardzo rzadkie i niepełne. Jeszcze mniej wiadomo o powiązaniach między poszczególnymi gatunkami/zgrupowaniami i określonymi czynnikami siedliskowymi, zwłaszcza tymi nie dotyczącymi właściwości samej wody (wyjątkiem jest pH). Dlatego też w roku 2013 wykonano kompleksowe badania entomofauny 7 torfianek o różnym stopniu zarośnięcia przez *Sphagnum* L., położonych na izolowanym torfowisku przejściowym na Polesiu Zachodnim oraz – jako stanowiska porównawczego – ostatniego zachowanego fragmentu naturalnego tego torfowiska, czyli okrajka. Poza najslabiej zbadanymi w tych sztucznych siedliskach Trichoptera, uwzględniono również Odonata i Coleoptera, wychodząc z tych samych założeń, jak w pracy poprzedniej. Tę entomofaunę przeanalizowano na poziomie: gatunków, zgrupowań, rzędów, wskaźników ekologicznych oraz elementów torfowiskowych (ekologicznych). Określono, czy i w jakim stopniu fauna sztucznych zbiorników na torfowisku jest podobna do fauny jego naturalnego okrajka, czy też powstaje tu zupełnie odmienny układ faunistyczny. Po raz pierwszy dla tego typu siedlisk antropogenicznych wyróżniono gatunki indykatorowe (wykorzystując analizę TWINSPAN). Posługując się wskaźnikami naturalności (Wns i Wni) określono stopień wyspecjalizowania fauny torfianek i okrajka – zarówno dla wszystkich jak i poszczególnych rzędów owadów. Przy określeniu czynników siedliskowych warunkujących występowanie gatunków poszczególnych rzędów wykorzystano tym razem analizę podziału wariancji (*variation partitioning*) opartą na CCA, dzięki której sprawdzono, czy i w jakim zakresie zmienność gatunkowa poszczególnych grup owadów jest warunkowana czynnikami fizyczno-



chemicznymi (7 zmiennych), strukturalnymi (6 zmiennych) oraz ich potencjalnym wspólnym efektem działania. Dla gatunków o najwyższej frekwencji opracowano krzywe odpowiedzi (*species response curves*) w odniesieniu do kluczowych dla poszczególnych rzędów parametrów siedliskowych (zastosowano tu ogólne modele liniowe GLM). Biorąc pod uwagę powyższe określono, jakie warunki muszą być spełnione, aby torfianki mogłyby być dogodnym siedliskiem dla rozwoju i zachowania badanej entomofauny i, jakie to ma implikacje dla różnorodności biologicznej i aspektów związanych z ochroną tych siedlisk.

Okazało się, że najwyższym bogactwem gatunkowym i najbardziej zrównoważoną strukturą dominacji na badanym terenie charakteryzowały się chrząszcze, natomiast ważki i chruściki były uboższe gatunkowo a ich struktury dominacji były mniej zrównoważone i podobne do siebie. Najuboższą, a zarazem najbardziej zróżnicowaną i wyspecjalizowaną gatunkowo faunę owadów stwierdzono w torfiance najbardziej zarośniętej przez *Sphagnum*. Najwięcej owadzych taksonów odnotowano na okrajku, przy czym były to wyłącznie ważki i chrząszcze – wskaźnik podobieństw faunistycznych między okrajkiem a torfiankami wyniósł 45%. Wyniki testów statystycznych wskazały, że tyrfobionty jako element ekologiczny najsilniej związany z badanym siedliskiem, najlepiej definiowały różnice faunistyczne między siedliskiem sztucznym i naturalnym, choć ogólnie były najmniej liczne, a u Trichoptera nie występowały wcale. Ogólny skład gatunkowy, udział specjalistów torfowiskowych oraz trzy wyodrębnione zgrupowania entomofauny torfianek nawiązywały zarówno do typowej fauny torfowiskowej, jak też do fauny dystroficznych oczek z otwartym lustrem wody. W grupie gatunków indykatorowych pierwszego podziału byli reprezentanci wszystkich rzędów, co świadczy o tym, że każdy z nich miał istotny wkład w kształtowanie zgrupowań tego typu siedliska. W strukturze elementów ekologicznych poszczególnych grup zwraca uwagę bardzo duży udział tyrfofilii u Trichoptera oraz duży udział niespecjalistów u Coleoptera. Za ważne spostrzeżenie można uznać fakt, że torfianki mogą być dla występowania specjalistów równie cenne (pod względem składu ekologicznego fauny) lub nawet cenniejsze (w aspekcie wartości wskaźników naturalności) jak siedlisko naturalne oraz, że każde ich stadium sukcesji ma konkretną wartość dla konkretnej grupy owadów a nawet konkretnego gatunku. Kluczowym czynnikiem siedliskowym kształtującym występowanie wszystkich rzędów owadów był stopień zarośnięcia zbiornika przez *Sphagnum*. Ponadto, procent zmienności wyjaśniony przez czynniki fizyczno-chemiczne wody oraz strukturalne zbiorników był wysoki (dla poszczególnych grup od 52 do 88% – najwyższy u Trichoptera) i to te drugie czynniki przeważały. Poza zarastaniem przez *Sphagnum*, były to: długość linii brzegowej dla chruścików i ważek oraz stopień rozwinięcia szuwaru dla chrząszczy. Każda

grupa owadów zależna była od innego parametru fizyczno-chemicznego: ważki – od pH, chrząszcze – od temperatury, chruściki – od zawartości tlenu. Efekty działania zmiennych z dwu badanych poziomów nakładały się w największym stopniu u chruścików, u chrząszczy – odwrotnie – działały niezależnie od siebie. Zakresy tolerancji i optima wyznaczone dla wybranych gatunków były wyraźnie zróżnicowane nawet w takim stosunkowo homogenicznym siedlisku. W przypadku ważek pokrywały się w dużej mierze z tymi opisywanymi w literaturze, natomiast dla Trichoptera są to nowe dane, uzupełniające wiedzę dostępną w literaturze przedmiotu.

**Aspekt praktyczny:** w Polsce południowo-wschodniej torfianki nie imitują nanotopów naturalnych, tylko wprowadzają nową jakość do krajobrazu, gdyż naturalne oczka w siedliskach sfagnowych są tu dużą rzadkością. Mogą stać się one refugiami fauny torfowiskowej i związanej z drobnymi zbiornikami, a w przypadku torfowisk niedużych lub izolowanych – jedynym rezerwuarem gatunków zdegradowanego siedliska, co potwierdza najdobitniej przykład chruścików w omawianej pracy. Ten aspekt może być szczególnie istotny w świetle ocieplenia klimatu i związanego z tym wysychaniem torfowisk (Dokulil 2013). By torfianki mogły spełniać takie funkcje, muszą wykształcić się określone warunki siedliskowe (głównie związane z morfologią zbiornika), co wymaga pewnego okresu potrzebnego na sukcesję, a ze strony człowieka, ochrony czynnej polegającej zwłaszcza na ingerencji w roślinność, jak wykazano – kluczowy element siedliskowy dla owadów. Według van Duinen i in. (2007) wśród makrofauny środowisk sfagnowych strategiczną wartość mają specjaliści siedliskowi. Wyniki omawianej pracy wskazują, że wśród trzech badanych rzędów owadów to właśnie chruściki mogą najlepiej służyć jako wskaźniki wyspecjalizowania fauny. Odonata okazały się z kolei najlepszą grupą do porównań siedlisk sztucznych i naturalnych, a na poziomie gatunkowym (np. przedstawiciele rodzaju *Leucorrhinia* Brittinger, 1850) były najlepszymi wskaźnikami wartości sozologicznej (*conservation value*), co można wykorzystać w praktyce gospodarowania torfiankami. Uzyskane wyniki dotyczące wszystkich trzech owadzich grup mogą być pomocne w skutecznym wypracowaniu metod monitoringu torfianek, w którym ważną kwestią jest zachowanie równowagi między dwoma potencjalnie wykluczającymi się celami ochrony fauny torfowiskowej – utrzymaniem specjalistów siedliskowych i różnorodności biologicznej.



## Podsumowanie

Wartość naukowa cyklu pięciu prac składających się na przedstawione osiągnięcie naukowe wynika z następujących przesłanek:

1. Po raz pierwszy w literaturze przedmiotu przyporządkowano określonym typom siedlisk antropogenicznych lub podlegającym zróżnicowanej antropopresji określone **zgrupowania** Trichoptera w **powiązaniu** z czynnikami siedliskowymi odpowiadającymi za ich wyodrębnienie, jak również wytypowano gatunki o znaczeniu **bioindykacyjnym** dla dwóch typów siedlisk: płytkich, zdominowanych przez makrofity zbiorników retencyjnych oraz torfianek. Wyniki te są znaczącym uzupełnieniem wiedzy o bezkręgowcach wód antropogenicznych i antropogenicznie zmodyfikowanych.
2. Wykazano, że uwzględnienie **poziomu gatunkowego** w badaniach faunistyczno-ekologicznych chrzączków jest **kluczowe**. To spostrzeżenie, poza znaczeniem czysto poznawczym, istotnym dla wiedzy o tym słabo poznanym rzędzie owadów, ma też duże znaczenie w detekcji różnych zmian zachodzących w siedlisku (np. skutek bagrowania cieków, podczas odtwarzania się zgrupowań gatunków stagnofilnych w rzekach, skutek procesów eutrofizacyjnych w zbiornikach przepływowych czy zanieczyszczeń biogenami w rzece). Tym samym wzbogaca wiedzę o skutkach antropopresji w ekosystemach wodnych.
3. Wykazano, że **grupy funkcjonalne** Trichoptera dobrze charakteryzują dany typ siedliska i są obiecującym narzędziem do detekcji modyfikacji czy zaburzeń w nich zachodzących. Dane te poszerzyły dotychczasową wiedzę na ten temat, szczególnie w kontekście wód stojących. Na uwagę zasługuje spostrzeżenie, że stosowanie samych **wskaźników ekologicznych** w badaniach, w których Trichoptera, jak również Odonata i Coleoptera są używane do oceny danego środowiska i jego przemian, nie jest wystarczające, choć może być ważnym uzupełnieniem analiz na poziomie gatunku i zgrupowań.
4. Zidentyfikowano i opisano **czynniki środowiskowe** kształtujące zgrupowania Trichoptera w określonych typach wód podlegających antropopresji. Są to pierwsze dane krajowe tego typu dla: płytkich zbiorników retencyjnych, zbiorników zaporowych, torfianek sfagnowych i kanałów przemysłowych. Wykazano, że Trichoptera – jako owady amfibiotyczne – są **ściśle** zależne zarówno od **czynników** charakterystycznych dla danego **zbiornika/cieku** wodnego (parametrów fizyczno-chemicznych i strukturalnych), jak i dla jego **otoczenia** – bliższego (strefy brzegowej) i dalszego (krajobrazu). Czynnikiem najsilniej warunkującym występowanie larw chrzączków w badanych typach siedlisk okazała się **roślinność** wodna oraz lądowa (drzewiasta strefa brzegowej lub zlewni).

Wyniki dotyczące symultanicznego oddziaływania na Trichoptera czynników **krajobrazowych**, w tym roślinności lądowej rozpatrywanej w aspekcie otoczenia zbiornika i typu gospodarki, to nowość literaturze krajowej. Wyniki te, poza skuteczniejszą bioindykacją, można wykorzystać w lepszym planowaniu racjonalnej gospodarki sprzyjającej zrównoważonemu przekształcaniu środowiska przyrodniczego w wodach poddanych antropopresji, uwzględniając nie tylko zbiornik, ale i jego otoczenie.

5. Analiza porównawcza reakcji Trichoptera i dwu rzędów owadów amfibiotycznych – **Odonata i Coleoptera** – na różnych poziomach ich organizacji wykazała, że każdą z grup cechują reakcje częściowo **uniwersalne** i częściowo **indywidualne**, specyficzne. Opracowane **zakresy tolerancji** i **optima** odnośnie określonych czynników fizyczno-chemicznych wody i strukturalnych zbiornika/cieku dla trzech badanych rzędów oraz wybranych ich gatunków wnoszą nowe treści bądź uzupełniają wiedzę w tym zakresie. Okazało się przy tym, że przynajmniej Trichoptera (a prawdopodobnie też i inne grupy organizmów) nie zawsze (nie w każdym siedlisku) mogą służyć jako w pełni reprezentatywne surogaty odpowiedzi na badane gradienty i modyfikacje siedliskowe. Z tego też względu badania oparte na wielu grupach są ważne i polecane w monitoringu przyrodniczym siedlisk antropogenicznych lub pod presją antropogeniczną, gdyż wnoszą istotny wkład do kompleksowego obrazu entomofauny danego siedliska lub jego przekształceń.
6. Wykazano, że nie wszystkie **zaburzenia siedliskowe** mają wyłącznie **negatywny** wpływ na faunę Trichoptera. Unikalne dla tej grupy owadów i w tej skali przestrzennej opracowanie dotyczące ostróg regulacyjnych w Odrze wykazało, że te konstrukcje hydrotechniczne niejako odtwarzają naturalny układ rzeki, dzięki czemu gatunki związane ze strefą lenityczną i lotyczną mogą rozwijać się – odpowiednio – w zastoiskach między ostrogami lub na szczytach ostróg, co zwiększyło ogólne bogactwo i różnicowanie gatunkowe rzeki. Utworzenie torfianek na torfowisku umożliwiło przetrwanie tyrfofilnej trichopterofauny (jak również wpłynęło pozytywnie na strukturę i różnorodność ważek i chrząszczy) w badanym siedlisku sfagnowym. Z kolei ocena skutków bagrowania cieków pod silną presją przemysłową dała wyniki niejednoznaczne: np. bogactwo gatunkowe Trichoptera zmalało, ale ogólne bogactwo owadzie (Trichoptera, Odonata, Coleoptera) wzrosło, przy czym istotna była też wymiana gatunków, która nastąpiła po zabiegu hydrotechnicznym. Ważnym czynnikiem w ocenie skutków transformacji siedlisk

okazała się skala czasowa i przestrzenna, jak również zdolności adaptacyjne danej grupy. Wyniki te wskazują kierunki dalszych badań nad wpływem antropopresji.

7. Pierwsza tak kompleksowa analiza rozmieszczenia larw Trichoptera w różnych **mikrosiedliskach** wód stojących pochodzenia antropogenicznego o charakterze przepływowym wskazała, iż nawet w mikroskali chruściki są dobrymi wskaźnikami gradientów środowiskowych lub zmian związanych z różnym użytkowaniem otoczenia zbiornika.
8. Zbiorniki pochodzenia antropogenicznego okazały się ważnym **siedliskiem wtórnym (zastępczym)** dla Trichoptera; zbiorniki zaporowe i retencyjne zastępują jeziora mezo- i eutroficzne, zaś torfianki są dobrym miejscem do rozwoju fauny typowej dla torfowisk i drobnych, dystroficznych oczek z otwartym lustrem wody. Na obszarach ubogich w wody naturalne (zbiorniki retencyjne) lub w przypadku dużej izolacji (torfianki) zbiorniki te są zatem **refugiami** wyspecjalizowanej trichopterofauny. Z tego też powodu warto postulować tworzenie nowych siedlisk tego rodzaju, jako alternatywę dla wód naturalnych, oraz ich ochronę i odpowiednie kształtowanie tam, gdzie już istnieją. W tym kontekście wykazano także, że wody antropogeniczne oraz zmodyfikowane dziesiątki lub nawet setki lat temu mogą w większej skali przyczynić się do podtrzymania lub podniesienia **różnorodności biologicznej** i/lub utrzymania cennych **gatunków wyspecjalizowanych siedliskowo**. Ponadto, nawet w wodach antropogenicznych, w których trichopterofauna jest uboga gatunkowo (torfiankach, kanałach przemysłowych), chruściki są ważną grupą charakteryzującą w sposób istotny dane aspekty siedliskowe (wyspecjalizowanie fauny) lub związane z zaburzeniami (unikalne reakcje na określone czynniki).
9. Wykazano, że analiza fauny Trichoptera na wielu poziomach jej organizacji może w **praktyce** posłużyć do wypracowania skuteczniejszych metod w typowaniu i monitorowaniu potencjalnych zaburzeń i zagrożeń oraz planowania racjonalnej gospodarki sprzyjającej zrównoważonemu modyfikowaniu środowiska przyrodniczego w wodach poddanych zróżnicowanej antropopresji, z uwzględnieniem nie tylko zbiornika/cieku, ale i jego otoczenia. Np. w przypadku dużych rzek tworzenie ostróg może być zalecane jako skuteczna, mniej kosztowna i czasami jedyna technicznie możliwa, metoda renaturyzacji cieku w porównaniu do odtwarzania meandrów.

## Literatura

1. Bernard R., Wildermuth H. 2005. *Nehalennia speciosa* (Charpentier, 1840) in Europe: a case of a vanishing relict (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica*, 34 (4): 335-378.
2. Bohdziun J., Majecki J., Tomaszewski C. 1987. Zmiany w składzie fauny chruścików (Trichoptera) pod wpływem wybudowania Sulejowskiego Zbiornika Retencyjnego. *Acta Universitatis Lodzensis*, 2: 171-181.
3. Bonada N., Zamora-Muñoz C., Rieradevall M., Prat N. 2004. Ecological profiles of caddisfly larvae in Mediterranean streams: implications for bioassessment methods. *Environmental Pollution*, 132 (3): 509-521.
4. Brand C. Miserendino M.L. 2011. Characterizing Trichoptera trophic structure in rivers under contrasting land use in Patagonia, Argentina. [W:] K. Majecka, J. Majecki, J. Morse (red.). *Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Symposium on Trichoptera. Zoosymposia*, 5: 29-40.
5. Buczyńska E. 2006. Influence of hydrotechnical works on caddisflies (Trichoptera) as exemplified by "Echo" ponds in the Roztoczański National Park. *Acta Agrophysica*, 7 (2): 303-307.
6. Buczyńska E. 2013. The influence of a dam reservoir on caddisflies (Trichoptera) of an upland river on the example of the River Bystrzyca (south-eastern Poland). *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 24 (1): 17-22.
7. Buczyńska E., Czachorowski S., Buczyński P., Pakulnicka J., Stępień E., Szlauer-Łukaszewska A., Stryjecki R., Zawal A. 2016. Environmental heterogeneity at different scales: key factors affecting caddisfly larvae assemblages in standing waters within a lowland river catchment. *Journal of Limnology*, 76 (2): 305-325.
8. Buczyński P. 2015. Dragonflies (Odonata) of anthropogenic waters in middle-eastern Poland. *Wydawnictwo Mantis, Olsztyn*.
9. Buczyński P., Serafin E. 2004. Pierwsze dane o chrząszczach (Coleoptera) i chruścikach (Trichoptera) zbiorników antropogenicznych w parkach krajobrazowych Łuku Mużakowa (Polska, Niemcy). *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody*, 23 (3): 481-485.
10. Buczyński P., Szlauer-Łukaszewska A., Tończyk G., Buczyńska E. 2017. Groynes: a factor modifying the occurrence of dragonfly larvae (Odonata) on a large lowland river. *Marine and Freshwater Research*, 68 (9): 1653-1663.
11. Buczyński P., Zawal A., Buczyńska E., Stępień E., Dąbkowski P., Michoński G., Szlauer-Łukaszewska A., Stryjecki R., Czachorowski S. 2016. Early recolonization of a dredged lowland river by dragonflies (Insecta: Odonata). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 417: 43: 1-11.
12. Chang F.H., Lawrence J.E., Rios-Touma B., Resh V.H. 2014. Tolerance values of benthic macroinvertebrates for stream biomonitoring: assessment of assumptions underlying scoring systems worldwide. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186 (4): 2135-2149.
13. Chovanec A., Waringer J., Straif M., Graf W., Reckendorfer W., Waringer-Löschenkohl A., Waidbacher H., Schultz H. 2005. The floodplain-index – a new approach for assessing the ecological status of river/floodplain-systems according to the EU Water Framework Directive. *Archiv für Hydrobiologie. Supplementband. Large Rivers*, 15 (1-4): 169-185.
14. Cummins K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, 18:183-206.
15. Czachorowski S. 1998. Chruściki (Trichoptera) jezior Polski. Charakterystyka rozmieszczenia larw. *Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Olsztynie, Olsztyn*.
16. Czachorowski S. 1999. Chruściki (Trichoptera) źródeł Polski – stan poznania. [W:] E. Biesiadka, S. Czachorowski (red.). *Źródła Polski – stan badań, monitoring i ochrona. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Olsztynie, Olsztyn*: 59-72.
17. Czachorowski S., Buczyński P. 1999. Wskaźnik naturalności biocenoz – potencjalne narzędzie w monitorowaniu stanu ekologicznego torfowisk Polski, na przykładzie Odonata i Trichoptera. [W:] S. Radwan, R. Kornijów (red.). *Problemy aktywnej ochrony ekosystemów wodnych i torfowiskowych w polskich parkach narodowych. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin*: 153-158.
18. Czachorowski S., Serafin E. 2004. The distribution and ecology of *Hydropsyche bulgaromanorum* and *Hydropsyche contubernalis* (Trichoptera: Hydropsychidae) in Poland and Belarus. *Lauterbornia*, 50: 85-98.
19. Dokulil M.T. 2013. Impact of climate change on European inland waters. *Inland Waters*, 4 (1): 27-40.
20. Drinan T.J., Foster G.N., Nelson B.H., O'Halloran J., Harrison S.S.C. 2013. Macroinvertebrate assemblages of peatland lakes: Assessment of conservation value with respect to anthropogenic land-cover change. *Biological Conservation*, 158: 175-187.

21. Galbraith H.S., Vaughn C.C., Meier, C.K. 2008. Environmental variables interact across spatial scales to structure trichopteran assemblages in Ouachita Mountain rivers. *Hydrobiologia*, 596 (1): 401-411.
22. Gombeer S.C., Knapen D., Bervoets L. 2011. The influence of different spatial-scale variables on caddisfly assemblages in Flemish lowland streams. *Ecological Entomology*, 36 (3): 355-368.
23. Graf W., Murphy J., Dahl J., Zamora-Muñoz C., López-Rodríguez M.J. 2008. Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms, Vol. 1: Trichoptera. Pensoft, Moscow – Sofia.
24. Holzenthal R.W., Blahnik R.J., Prather A.L., Kjer K.M. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *Zootaxa*, 1668: 639-698.
25. Houghton D.C. 2004. Utility of caddisflies (Insecta: Trichoptera) as indicators of habitat disturbance in Minnesota. *Journal of Freshwater Ecology*, 19 (1): 97-108.
26. Houghton D.C. 2007. The effects of landscape-level disturbance on the composition of Minnesota caddisfly (Insecta: Trichoptera) trophic functional groups: evidence for ecosystem homogenization. *Environmental Monitoring and Assessment*, 135 (1-3): 253-264.
27. Kalaninová D., Bulánková E., Šporka F. 2014. Caddisflies (Trichoptera) as good indicators of environmental stress in mountain lotic ecosystems. *Biologia*, 69 (8): 1030-1045.
28. Kefford B.J. 1998. The relationship between electrical conductivity and selected macroinvertebrate communities in four river systems of south-west Victoria, Australia. *International Journal of Salt Lake Research*, 7 (2): 153-170.
29. Kemp J.L., Harper D.M., Crosa G.A. 1999. Use of 'functional habitats' to link ecology with morphology and hydrology in river rehabilitation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 9 (1): 159-178.
30. Kleinwächter M., Eggers T., Henning M., Anlauf A., Hentschel B., Larink O. 2005. Distribution patterns of terrestrial and aquatic invertebrates influenced by different groyne forms along the River Elbe (Germany). *Archiv für Hydrobiologie. Supplementband. Large Rivers*, 15 (1-4): 319-338.
31. Krzyżanek E. 1973. Makrofauna denna zbiornika zaporowego w Goczałkowicach w latach 1965-1969. *Acta Hydrobiologica*, 15 (2): 189-196.
32. Kuflikowski T. 1974. Fauna litofilna zbiornika zaporowego w Goczałkowicach. *Acta Hydrobiologica*, 16 (2): 189-207.
33. Lepori F., Hjerdt N. 2006. Disturbance and aquatic biodiversity: reconciling contrasting views. *BioScience*, 56 (10): 809-818.
34. Ligeiro R., Hughes R.M., Kaufmann P.R., Macedo D.R., Firmiano K.R., Ferreira W.R., Oliveira D., Melo A.S., Callisto M. 2013. Defining quantitative stream disturbance gradients and the additive role of habitat variation to explain macroinvertebrate taxa richness. *Ecological Indicators*, 25: 45-57.
35. Majecki J. 2006. Chruścki (Trichoptera) regionu łódzkiego. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
36. McCabe G.T. Jr, Emmett R.L., Sandford B.P., Hinton S.A. 1998. Benthic invertebrates and sediment characteristics in main channel habitats in the lower Columbia River. *Northwest Science*, 71 (1): 116-126.
37. Pietrzak L., Czachorowski S. 2004. Jak rekultywacja wpływa na owady wodne? Przykład chruśców (Trichoptera) z Jeziora Długiego w Olsztynie. [W:] R. Wiśniewski, J. Jankowski (red.). *Ochrona i rekultywacja jezior. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział w Toruniu*, Toruń: 187-194.
38. Pirvu M., Pacioglu O. 2012. The ecological requirements of caddisflies larvae (Insecta: Trichoptera) and their usefulness in water quality assessment of a river in south-west Romania. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 407: 03: 1-13.
39. Rawer-Jost C., Böhmer, J., Blank J., Rahmann H. 2000. Macroinvertebrate functional feeding group methods in ecological assessment. *Hydrobiologia*, 422 (0): 225-232.
40. Ruhí A., Boix D., Sala J., Gascón S., Quintana X.D. 2009. Spatial and temporal patterns of pioneer macrofauna in recently created ponds: taxonomic and functional approaches. *Hydrobiologia*, 634 (1): 137-151.
41. Rychła A., Buczyńska E., Szczucińska A.M. 2015. The environmental requirements of *Crunoecia irrorata* (Curtis, 1834) (Trichoptera: Lepidostomatidae) and the potential of the species for use as an indicator: an example from the Vistulian glaciation area. *Journal of Limnology*, 74 (3): 421-432.
42. Sánchez-Bayo F., Wyckhuys K.A. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8-27.
43. Shade A. 2017. Diversity is the question, not the answer. *The ISME Journal*, 11 (1): 1-6.



44. Shefeld C.S., deWaard J., Morse J.C., Rasmussen A.K. 2019. Trichoptera of Canada. *ZooKeys*, 819: 507-520.
45. Spitzer K., Danks H.V. 2006. Insect biodiversity of boreal peat bogs. *Annual Review of Entomology*, 51: 137-161.
46. Stewart B.A., Close P.G., Cook P.A., Davies P.M. 2013. Upper thermal tolerances of key taxonomic groups of stream invertebrates. *Hydrobiologia*, 718 (1): 131-140
47. Strayer D.L., Dudgeon D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*, 29 (1): 344-358.
48. Szczęsny B. 1990. Benthic macroinvertebrates in acidified streams of the Świętokrzyski National Park (central Poland). *Acta Hydrobiologica*, 32 (1-2): 155-169.
49. Szczęsny B. 2000. Trichopterofauna Bieszczadów Zachodnich (Karpaty Wschodnie). *Monografie Bieszczadzkie*, 8: 189-250.
50. Tockner K., Robinson C.T., Uehlinger U. (red.) 2009. *Rivers of Europe*. Academic Press, Amsterdam.
51. Tsydel M., Grzybkowska M., Kruk A. 2009. Influence of dam removal on trichopteran assemblages in the lowland Drzewiczka River, Poland. *Hydrobiologia*, 63 (1): 75-89.
52. Tsydel M., Grzybkowska M., Szczerkowska E., Dukowska M., Majecki J. 2004. Dam and canoeing track – induced modifications to the lowland river flow patterns and their caddis biodiversity implications. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego O.L. PAN*, 1: 282-292.
53. Tsydel M., Markowski M., Majecki J., Błońska D., Zieliński M. 2015. Assessment of water quality in urban streams based on larvae of *Hydropsyche angustipennis* (Insecta, Trichoptera). *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (19): 14687-14701.
54. Tsydel M., Szczerkowska E., Grzybkowska M., Dukowska M. 2003. Population parameters of trichopterans (Trichoptera) in dominant habitats of a permanently disturbed lowland river. *Acta Agrophysica*, 1 (3): 585-593.
55. Urbanić G., Toman M.J., Kruśnik C. 2005: Microhabitat type selection of caddisfly larvae (Insecta: Trichoptera) in a shallow lowland stream. *Hydrobiologia*, 541 (1): 1-12.
56. van Duinen G.J.A., Brock A.M., Kuper J.T., Leuven R.S., Peeters T.M., Roelofs J.G., van der Welde G., Verberk W.C.E.P., Esselink H. 2003. Do restoration measures rehabilitate fauna diversity in raised bogs? A comparative study on aquatic macroinvertebrates. *Wetlands Ecology and Management*, 11 (6): 447-459.
57. van Duinen G.J.A., Verberk W.C.E.P., Esselink H. 2007. Persistence and recolonisation determine success of bog restoration for aquatic invertebrates: a comment on Mazerolle et al. (2006). *Freshwater Biology*, 52 (2): 381-382.
58. Zaćwilichowska K. 1965. Bentos obrzeża Zbiornika Goczałkowskiego w latach 1958-1959. *Acta Hydrobiologica*, 7 (1): 83-97.
59. Zawal A., Czachorowski S., Stępień E., Buczyńska E., Szlauer-Łukaszewska A., Buczyński P., Stryjecki R., Dąbkowski P. 2016. Early post-dredging recolonization of caddisflies (Insecta: Trichoptera) in a small lowland river (NW Poland). *Limnology*, 17 (1): 71-85.

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

### A) Okres przed obroną pracy doktorskiej

#### a. Pierwsze badania ornitologiczne i botaniczne

Jestem absolwentką kierunku biologia ze specjalnością biologia środowiskowa na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Z tym wydziałem związana byłam już jako licealistka przez moje pierwsze poważne zainteresowania naukowe przyrodą związane z ptakami, które realizowałam w Lubelskim Towarzystwie Ornitologicznym aż do końca studiów. Prowadziłam w tym okresie obserwacje ptaków, indywidualnie, jak i w większych zespołach. Ponadto, uczestniczyłam w obozach

ornitologicznych w Kaliszanach nad Wisłą a dwa z nich prowadziłam jako kierownik. Zebrane przeze mnie dane wykorzystano w tworzonym wówczas „Atlasie ptaków lęgowych Lubelszczyzny”, a materiały z Kaliszan były wykorzystywane w analizach migracji ptaków wzdłuż Wisły. Przy okazji badań ornitologicznych zaczęłam rozwijać zainteresowania botaniczne, dotyczące głównie roślinności wodno-błotnej, które zwińczone zostały wyborem tej tematyki na pracę magisterską. Jednocześnie pod koniec studiów w Zakładzie Zoologii UMCS, pod opieką mojego mentora naukowego dr. hab. prof. UWM Stanisława Czachorowskiego z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, odkryłam swą pasję entomologiczną – chruściki. To one niebawem stały się motywem przewodnim mojego życia zawodowego, w którym mogłam wykorzystać swoją dotychczasową wiedzę i doświadczenia przyrodnicze zdobyte w terenie.

#### **b. Pierwsze badania chruścików w środowiskach naturalnych**

Jeszcze przed podjęciem pracy na etacie asystenta naukowo-dydaktycznego na ówczesnej Akademii Rolniczej w Lublinie rozpoczęłam swój pierwszy etap pracy naukowej jako trichopterologa – czyli dokumentowanie aktualnego stanu fauny chruścików Lubelszczyzny, ze szczególnym uwzględnieniem słabiej zbadanych obszarów regionu czy typów siedlisk wodnych. Wiedza o rozmieszczeniu przedstawicieli tego rzędu na Lubelszczyźnie była wtedy bardzo fragmentaryczna i wykonując moje pierwsze zadanie naukowe, udało mi się ją uporządkować (**publikacja D54**<sup>3</sup>).

W pierwszych latach działalności naukowej wniosłam trwały wkład w uzupełnienie listy gatunków Trichoptera Polski powiększając ją o trzy gatunki: *Hydropsyche exocellata* Dufour, 1841, *Orthotrichia tragetti* Mosely, 1930 oraz *Hydropsyche incognita* Pitsch, 1993 (**publikacje D50, D51, D45**). W tym czasie większość moich kompleksowych i regularnych badań koncentrowała się na obszarach chronionych w kraju i za granicą (w Niemczech). Dzięki temu miałam możliwość badania i opisywania cennych i unikalnych przyrodniczo środowisk naturalnych zasiedlanych przez gatunki rzadkie oraz te znajdujące się na Czerwonych Listach czy w Czerwonej Księdze Zwierząt. W tym okresie rozpoczęłam też współpracę z entomologami i hydrobiologami z różnych ośrodków naukowych w Polsce (jak: UMCS, UWM, Uniwersytet Łódzki, Uniwersytet Szczeciński, Uniwersytet Gdański), co łącznie z badaniami zagranicznymi poszerzyło i ugruntowało mój warsztat badawczy. Współpraca z tymi ośrodkami jest kontynuowana do dziś, owocując wieloma wspólnymi

---

<sup>3</sup> Numeracja publikacji jak w **Załączniku 4** (D oznacza publikację z listy w punkcie II D, A – z listy w punkcie IIA)



publikacjami. Efektem tych badań było m.in. szczegółowe opracowanie trichopterofauny parków narodowych (Narwiańskiego PN – **publikacja D39**, Roztoczańskiego PN – **publikacja D40**), rezerwatów przyrody („Jezioro Kośno” – **publikacja D53**, „Magazyn” – **publikacja D44**, „Kurze Grzędy” i „Staniszewskie Błoto” – **publikacje D33 i D34**), parków krajobrazowych (PK Pojezierza Iławskiego – **publikacja D48**, PK Łuk Mużakowa – **publikacja D47**). Te badania o charakterze inwentaryzacyjno-waloryzacyjnym miały często charakter pionierski oraz wymiar praktyczny dla ochrony gatunków lub siedlisk.

Ważnym kierunkiem w mojej działalności naukowej były wieloletnie i regularne badania Trichoptera dużych i średnich rzek w powiązaniu z wodami w ich terasach zalewowych – Bugu (**publikacja D46**), Wieprza i Tyśmienicy (**publikacja D41**) – tę wiedzę wykorzystałam wiele lat później przy okazji badań nad chruścikami i innymi bezkręgowcami Odry i Krapieli. Na kanwie tych badań powstała publikacja o preferencjach siedliskowych dwu gatunków rzecznych w Polsce i na Białorusi: *Hydropsyche bulgaromanorum* oraz *H. contubernalis* McLachlan, 1865 (**publikacja D49**), która dowiodła, że w tak słabo poznanej grupie, jaką są chruściki, opracowania tego typu są niezbędne i pożądane, zarówno w aspekcie czysto poznawczym jak i praktycznym, szczególnie w przypadku gatunków rzadkich czy zagrożonych. Ta praca, która należy do najczęściej cytowanych w moim dorobku, zainicjowała kierunek badawczy, który kontynuuję do dziś, także w rozszerzeniu na inne modele badawcze: głównie ważki i w mniejszym zakresie – chrząszcze wodne.

### **c. Pierwsze badania fauny bezkręgowców w wodach antropogenicznych**

Bardzo ważnym zagadnieniem w badaniach współczesnych ekosystemów są zmiany faunistyczne w środowiskach antropogenicznych. Dlatego zainicjowałam badania dotyczące makrofauny wód tego typu. W **publikacjach D42 i D38** znalazły się pierwsze analizy dotyczące wpływu gospodarki hodowlanej na stawach rybnych na chruściki i inne bezkręgowce wodne. Pewne aspekty związane z wpływem antropopresji na Trichoptera pojawiły się również w mojej rozprawie doktorskiej – monografii poświęconej chruścikom wszystkich typów wód Rztocza.

### **B) Badania po uzyskaniu stopnia doktora**

Okres po obronie rozprawy doktorskiej odznaczył się dość różnorodną działalnością naukowo-badawczą, podczas której kontynuowałam i poszerzyłam już rozpoczęte kierunki badawcze oraz zainteresowałam się nową tematyką.

### **a. Trichopterofauna obszarów chronionych w Polsce**

Indywidualnie lub we współpracy z naukowcami z różnych ośrodków dokonałam krytycznej analizy stanu poznania, składu gatunkowego oraz charakterystyki zgrupowań Trichoptera na obszarach objętych różnymi formami ochrony: Poleskiego PN (**publikacja D3**), rezerwatu „Białogóra” (**publikacja D2**), Gryżyńskiego PK (**publikacja D1**), Suwalskiego PK wraz z polską częścią Pojezierza Litewskiego (**publikacje D15, D30**), Nadwieprzańskiego PK (**publikacja D21**), Powidzkiego PK (**publikacja D25**). Uzupełniłam też stan wiedzy o chruścikach niezbadanych wcześniej wód stojących w Gorczańskim PN (**publikacja D20**). Obecnie jestem w trakcie realizacji trzyletniego projektu dotyczącego czynników kształtujących zgrupowania larw chruścików w Ojcowskim Parku Narodowym (głównie źródeł i cieków). Na badanych obszarach odnotowałam również występowanie gatunków rzadkich, parasolowych oraz znajdujących się na Czerwonej Liście Zwierząt Ginących i Zagrożonych w Polsce. Moje badania – oparte zarówno o dane dotyczące stadiów wodnych jak i lądowych imagines chruścików – przyczyniły się do uzupełnienia wiedzy na temat rozmieszczenia geograficznego gatunków i ich preferencji siedliskowych w skali regionalnej i krajowej. W wielu publikacjach wskazywałam potencjalne zagrożenia dla fauny konkretnych typów siedlisk wodnych. Np. badania w Poleskim PN wykazały, że dla różnorodności biologicznej chruścików tego obszaru kluczowe nie są jeziora – wizytówka regionu – ale stawy i niewielkie cieki. W Nadwieprzańskim PK najcenniejsze dla rozwoju chruścików były drobne wody trwałe i astatyczne w dolinie Wieprza. W Gryżyńskim PK opisano jedną z największych krajowych populacji jedyne chruścika znajdującego się pod ochroną częściową w Polsce – *Crunoecia irrorata* (Curtis, 1834).

### **b. Rozmieszczenie geograficzne i uwarunkowania siedliskowe występowania gatunków rzadkich, zagrożonych, chronionych w Polsce i Europie – Trichoptera, Odonata, Coleoptera**

Poza kompleksowymi badaniami nad zgrupowaniami Trichoptera konkretnych obszarów lub typów wód, obiektem moich zainteresowań są również pojedyncze gatunki – rzadkie, chronione czy też definiujące zagrożone lub zanikające siedliska (tzw. gatunki parasolowe). Wiedza o nich poza aspektem poznawczym ma obecnie – szczególnie w świetle antropogenicznych zagrożeń bioróżnorodności i siedlisk wodnych – coraz większe znaczenie praktyczne. Wiele wyników dotyczących niekorzystnych zmian populacyjnych czy zanikania siedlisk chruścików ma często wymiar ponad-krajowy i koresponduje z danymi z Wysp Brytyjskich. Przykładem mogą być wyniki badań nad bardzo rzadkim gatunkiem torfowisk

niskich *Erotesis baltica* McLachlan, 1877 (Czerwona Lista) – **publikacja A21** czy siedlisk sfagnowych *Hagenella clathrata* (Kolenati, 1848) (Czerwona Księga) – **publikacja D22**. W przypadku dwu gatunków (*Erotesis baltica* oraz *Leptocerus interruptus* (Fabricius, 1775) – **publikacja A18**) zaleciłam zmianę ich kategorii zagrożenia (z EX? na niższe), gdyż okazało się, że w świetle opublikowanych danych nie mogą być dłużej uznane za wymarłe w Polsce. Opracowanie rozmieszczenia oraz szczegółowych preferencji odnośnie parametrów fizyczno-chemicznych wody u krenobionta *Crunoecia irrorata* w Polsce (**publikacja A22**) we współpracy z dr Anną Rychłą pozwoliło na zaproponowanie tego gatunku chruścika jako wskaźnika czystości wody w źródłach pod kątem zawartości biogenów i zasolenia. Podałam też nowe i rzadkie gatunki chruścików dla Niziny Sandomierskiej (**publikacja D26**). Badania te oraz ich wyniki zainspirowały mnie do rozwijania współpracy międzynarodowej. Współpraca z dr Anatolijem Shapovalem z Instytutu Zoologii Rosyjskiej Akademii Nauk, prowadzącym badania nad ptakami i owadami na Mierzei Kurońskiej, umożliwiła mi opracowanie rozmieszczenia geograficznego (ze wskazaniem przebiegu północnej granicy zasięgu) i redeskrypcję cech morfologicznych ekstremalnie rzadkiego gatunku *Parasetodes respersellus* (Rambur, 1842), znanego obecnie tylko z 6 krajów w Europie (**publikacja A26**). Te same badania umożliwiły poszerzenie wiedzy odnośnie zasięgu i opis prawdopodobnego szlaku migracji w Europie najbardziej długodystansowego na świecie migranta wśród ważek – *Pantala flavescens* (Fabricius, 1798) (**publikacja A28**). Z kolei owocem współpracy z Uniwersytetem w Podgoricy w Czarnogórze i częściowo efektem mojego stażu naukowego w tym kraju (**publikacja A7**), były prace poświęcone gatunkowi odonatofauny bałkańskiej – *Gomphus pulchellus* Selys, 1840, którego razem z zespołem badawczym wykazaliśmy po raz pierwszy dla tego regionu (Czarnogóra, Albania), co zmieniło wiedzę o przebiegu granicy wschodniej występowania tego gatunku i wskazało na prawdopodobne istnienie trwałej, izolowanej wyspy zasięgu oraz uzupełniając opisy nowych stanowisk o wody stojące – Jezioro Szkoderskie (**publikacje A29 i A7**). Uczestniczyłam też w opracowaniu krytycznego wykazu gatunków ważek Czarnogóry razem z grupą badaczy Bałkanów (**publikacja D18**). Ponadto w Polsce, we współpracy z dr. hab. prof. UMCS Pawłem Buczyńskim, opublikowałam kilka większych opracowań i doniesień odnośnie rzadkich, objętych ochroną bądź nowych dla różnych regionów Polski gatunków ważek i chrząszczy wodnych (**publikacje D6, D10, D24, D27, D28, D29, D31, D32**).

### **c. Charakterystyka, mechanizmy funkcjonowania i uwarunkowania siedliskowe zgrupowań Trichoptera (i innych makrobezkręgowców) w rzekach i ich dolinach zalewowych**

Ten kierunek badawczy jest kontynuacją mojej działalności naukowej związanej z rzekami i wodami w ich dolinach, a zarazem wprowadza nowe, bardziej szczegółowe i nierzadko multidyscyplinarne zagadnienia i treści (z elementami hydrobiologii, ekologii i geografii) ze względu na problematykę, skalę badań czy też aparat metodyczny.

Publikacja poświęcona wpływie zbiornika zaporowego na trichopterofaunę rzeki Bystrzyca poszerzyła tę popularną tematykę badawczą o nowe dane dotyczące bezkręgowców średniej wielkości rzek wyżynnych Polski (**publikacja D17**). Przy okazji wieloletnich badań nad entomofauną fauną wodną tej lubelskiej rzeki powstała też praca morfologiczna opisująca zjawisko dużej zmienności ubarwienia głów larw spotykanej u niektórych przedstawicieli rodzaju *Hydropsyche* – w tym przypadku *H. contubernalis* (**publikacja D23**).

Dzięki współpracy z hydrobiologami z Uniwersytetu Szczecińskiego przez kilka ostatnich lat uczestniczyłam intensywnie w badaniach nad mechanizmami kształtującymi zgrupowania bezkręgowców wodnych – w tym również chruścików – w dolinie małej nizinnej rzeki Krapieli. W badaniach tych uwzględniono wpływ czynników i wskaźników opisujących różne skale przestrzenne (wodne i lądowe), w tym również transformacje antropogeniczne (bagrowanie rzeki, użytkowanie zlewni).

W wyniku badań Trichoptera różnych rodzajów zbiorników wodnych w dolinie Krapieli stwierdzono, że decydujący wpływ na rozmieszczenie larw miało pH wody, natomiast parametry strukturalno-zlewniowe (typ podłoża, roślinność wodna, lasy liściaste, całkowita powierzchnia cieków) miały nieco mniejsze znaczenie. Wykazano też, że chruściki są bardzo dobrymi indykatorami integralności i ciągłości ekologicznej w układzie rzeka-dolina oraz wskazano kierunki i uwarunkowania ich rozprzestrzeniania się w całej dolinie (**publikacja A9**). Z kolei szczegółowa analiza faunistyczno-ekologiczna uwzględniająca bagrowanie rzeki wniosła nowe treści w bardzo słabo poznane reakcje Trichoptera na ten typ zaburzeń siedliskowych i pozwoliła opracować schemat zmian fauny na tle gradientów siedliskowych w krótkim czasie po bagrowaniu w małym cieku nizinym (**publikacja A10**).

W ramach tego samego projektu badawczego powstały prace uwzględniające różne grupy makrozoobentosu, w czy miałam swój znaczący wkład, zarówno przy opracowywaniu wyników jak i przygotowywaniu publikacji. Wpływ czynników siedliskowych na faunę wód doliny prześledzono na: Hydrachnidia (**publikacje A2, A5, A14**), Coleoptera (**publikacje A12, A15**) i Mollusca (**publikacja A13**). Wpływ bagrowania uwzględniono również dla:

Odonata (**publikacja A11**), Coleoptera (**publikacja A16**), Heteroptera (**publikacja A17**) oraz Hydrachnidia (**publikacja A23**), jak również – jako badawczy nurt poboczny – na zbiorowiskach roślinnych (**publikacje A1, D12**).

Współpraca z dr hab. prof. US Agnieszką Szlauer-Łukaszewską umożliwiła mi wnikliwe zbadanie innych (poza chruścikami) grup entomofauny ekosystemów rzeki Odry i jej doliny w świetle przekształceń spowodowanych przez utworzenie ostróg rzecznych: ważek (**publikacja A4**) oraz chrząszczy (w opracowaniu). Wyniki uzyskane dla Odonata w bardzo dużym stopniu pokrywają się z tymi uzyskanymi dla pierwszej opracowanej w tym projekcie grupy owadów – chruścików. Ostrogi wpłynęły pozytywnie na różnorodność, liczebność i bogactwo gatunkowe ważek, przez utworzenie nowych siedlisk. Prawdopodobnie czynnikiem ograniczającym dla ważek – poza zbadanymi, które wyjaśniły nieduży procent zmienności ich występowania – w samej rzece jest żegluga i związane z nią falowanie wody w strefie przybrzeżnej rzeki.

Temat środowisk rzecznych, a dokładnie wpływu czynników siedliskowych na wzorce rozmieszczenia organizmów, pojawił się również w pobocznym temacie badawczym, jakim jest dla mnie ekologia pijawek. We współpracy ze specjalistami z UWM uzupełniliśmy wiedzę o występowaniu tej grupy w dużych i małych rzekach Polski (**publikacje A6, A20**).

Razem z prof. dr hab. Ryszardem Kornijowem z MIR w Gdyni wykorzystując dane dotyczące bezkręgowców dopływów rzeki Bystrzycy, w pracy poświęconej metodyce badań rzek dokonaliśmy krytycznej analizy metod stosowanych w ekologii cieków opartych na wskaźnikach biologicznych i hydromorfologicznych (**publikacja A3**) konkludując, że pełen obraz daje dopiero stosowanie obu grup metod.

#### **d. Badania faunistyczno-ekologiczne Trichoptera i innych makrobezkręgowców w jeziorach**

W latach 2005-2006 uczestniczyłam w zespołowych i regularnych badaniach jeziora Skomielno, wykonywanych pod kierunkiem ówczesnego kierownika Katedry Hydrobiologii UP w Lublinie – prof. dr. hab. Ryszarda Kornijowa. Wyniki tych badań dotyczące zależności między występowaniem Trichoptera a substratem roślinnym, preferencji pokarmowych larw oraz aspektu trofii jeziora w świetle stwierdzonych zgrupowań gatunkowych, opublikowałam jako autorski rozdział w dwujęzycznej monografii poświęconej temu zbiornikowi (**publikacja D5**) – obecnie jest to najlepiej rozpoznane faunistycznie i ekologicznie jezioro Polski południowo-wschodniej. Te informacje wykorzystano też w waloryzacji przyrodniczej całego ekosystemu (**publikacja D4**).

We współpracy z dr Joanną Pakulnicką z UWM testowałam również przydatność chrząszczy wodnych jako indykatorów różnorodności biologicznej jezior czy taksonów wyższego szczebla (rzędów, rodzin, rodzajów) jako tzw. surogatów na tle innych grup bezkręgowców wodnych, w tym chruścików (**publikacja A19**). Wyniki tych badań, w których stwierdziliśmy, że zastosowanie chrząszczy przy ocenie różnorodności biologicznej jest możliwe tylko na poziomie gatunkowym, zaś w analizie sieci komplementarności największy udział danego taksonu wykazano dla Coleoptera, następnie Odonata i Trichoptera, mają wymiar praktyczny, gdyż pozwalają na szybką i wstępną ocenę różnorodności biologicznej ekosystemu wodnego.

Razem z dr. hab. Robertem Stryeckim z mojej jednostki naukowej wykazaliśmy, że zróżnicowanie makro- i mezosiedliskowe, związane w dużej mierze z roślinnością wodną jeziora Świdwie, wpływa na różnorodność biologiczną Hydrachnidia (**publikacja A8**).

#### **e. Zagadnienia związane z organizmami pasożytniczymi – Trichoptera i Diptera jako gospodarzami Hydrachnidia oraz z pijawką lekarską w gniazdach ptasich**

Początki moich pobocznych zainteresowań dotyczących relacji Trichoptera-Hydrachnidia sięgają jeszcze okresu przed uzyskaniem stopnia doktora: wówczas razem z dr. hab. Robertem Stryeckim opisałam przypadek wykorzystania żywej wodopójki jako elementu domku w behawiorze budowlanym larwy chruścika *Silo pallipes* (Fabricius, 1781) (**publikacja D60**). Wiele lat później, w trakcie badań nad rozmieszczeniem mikrosiedliskowym chruścików w Stawie Turtulskim stwarzających podstawy do napisania pierwszej z prac stanowiących me osiągnięcie naukowe, odkryłam unikalne zjawisko – występowanie pasożytujących larw wodopójki *Tiphys torris* (Müller, 1776) na poczwarce chruścika domkowego *Triaenodes bicolor* (Curtis, 1834) (**publikacja A25**). Jest to pierwszy w literaturze światowej udokumentowany przypadek potwierdzonego pasożytnictwa Hydrachnidia na tym stadium rozwojowym Trichoptera. W tej pracy opisano też obserwacje dotyczące foretycznych wodopójek na larwach chruścików. Wyniki te są tym bardziej cenne, że w literaturze przedmiotu relacje Hydrachnidia-Trichoptera dotyczą najczęściej stadiów imaginalnych owadów.

W trakcie odłowów imagines Trichoptera do pułapki świetlnej na terenie Wrzelowieckiego PK pozyskano kolejny interesujący materiał – przedstawiciele muchówek z rodziny Chironomidae spasożytowanych przez Hydrachnidia. Dane te pozwoliły na rozszerzenie listy znanych gospodarzy wodopójki *Unionicola aculeata* (Koenike, 1890)



o muchówki z rodzajów *Tanytarsus* van der Wulp, 1874 i *Paratanytarsus* Thienemann et Bause, 1913 (**publikacja A24**).

Z kolei multidyscyplinarna, hydrobiologiczno-ornitologiczna publikacja (**A27**) dotycząca występowania pijawki lekarskiej (*Hirudo medicinalis* Linnaeus, 1758) w bardzo specyficznych siedliskach – gniazdach ptaków związanych z siedliskami wodno-błotnymi (**publikacja A27**) jest kontynuacją badań podjętych przeze mnie jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora nad rozmieszczeniem i zagrożeniami tego gatunku w Polsce (**publikacja D37**). W pracy tej wykazano, że gniazda łąski, błotniaka stawowego, łabędzia oraz mewy śmieszki są idealnym miejscem żerowania, schronienia przed drapieżnikami i rozmnażania się pijawki lekarskiej. Badania te wskazują, że ochrona ptasich siedlisk może przynieść wymierne korzyści również dla tego pasożytniczego gatunku bezkręgowca będącego pod ochroną w Polsce.

#### **f. Inne badania i publikacje**

Niewielka liczba moich prac wykraczała poza wyżej opisane nurty badawcze – zwykle powstały one na bazie materiałów uzyskanych od innych osób lub przez uzupełnienie ich danych materiałem pozyskanym przeze mnie podczas badań trichopterologicznych, niekiedy wskutek nieplanowanych obserwacji. Ich tematyka jest różnorodna, należą tu m.in. prace uzupełniające wiedzę o występowaniu Trichoptera na obszarach słabo lub w ogóle nie zbadanych w Polsce: okolic Pleszewa (**publikacja D9**) i województwa lubuskiego (**publikacja D19**). Pięć prac wzbogaca wiedzę na temat bezkręgowców wodnych obszarów chronionych w Polsce: ważek Poleskiego PN, Gryżyńskiego PK oraz Puszczy Kampinoskiej (**publikacje D8, D11 i D16**), chrząszczy wodnych Suwalskiego PK (**publikacja D13**) oraz wodopójek dwu rzek w Rostoczańskim PN (**publikacja D14**). Jestem też współautorką publikacji poświęconej aberracji ubarwienia upierzenia u ptaków krukowatych (**publikacja D7**).

Choć są to teksty często niewielkie, to wnoszące treści istotne do entomologii, akarologii i ornitologii.

#### **6. Informacje bibliometryczne (stan na 28.02.2019)**

**Liczba publikacji** w czasopismach z listy JCR – **34**

**Sumaryczny Impact Factor** wg listy JCR:

Osiągnięcie naukowe: **8,305**



Pozostałe prace: **28,255**

Ogółem: **36,560**

**Liczba punktów** za publikacje wg listy MNiSW

Osiągnięcie naukowe: **135**

Pozostałe prace: **864**

Razem: **999**

**Indeks Hirscha** według bazy Web of Science (Core Collection) – **6**

**Liczba cytowań** według bazy Web of Science (Core Collection) – **101 (58 bez autocytowań)**

## 7. Plany na przyszłość

W mojej dalszej pracy naukowej chcę kontynuować dotychczasowe kierunki badawcze, szczególnie te związane z uwarunkowaniami siedliskowymi występowania larw Trichoptera w najśląbiej poznanych typach wód, także tych pochodzenia antropogenicznego. Obecnie w trakcie opracowania są obszerne materiały dotyczące źródeł, zbiorników zapadliskowych oraz piaskowni. Te tematykę planuję rozszerzyć o torfowiska niskie w Lasach Sobiborskich oraz drobne zbiorniki wód stojących Mierzei Helskiej. Nadrzędnym celem projektu dotyczącego torfowisk będzie zbadanie wpływu wysychania zbiorników związanego z ociepleniem klimatu na chruściki oraz inne grupy bezkręgowców wodnych, natomiast kwestią kluczową projektu na obszarze nadbałtyckim będzie zbadanie występowania chruścików (jak również ważek i chrząszczy wodnych) w gradiencie zasolenia wody i określenie zakresów tolerancji na zasolenie gatunków występujących w Polsce.

We współpracy z dr. hab. prof. IOP Tadeuszem Fleituchem oraz genetykami z Uniwersytetu Duisburg-Essen w Niemczech przygotowuję serię publikacji poświęconych porównaniu wykorzystania klasycznych metod taksonomicznych i metod molekularnych (DNA barcoding) w identyfikacji wybranych gatunków chruścików wód płynących z rodzaju *Hydropsyche* i *Rhyacophila* Pictet, 1834.

Kolejnym wyzwaniem na przyszłość są materiały zebrane przeze mnie i współpracujących ze mną hydrobiologów z Uniwersytetu Szczecińskiego i Uniwersytetu Łódzkiego w trakcie ekspedycji na Bałkany. Biorąc pod uwagę, że stadia larwalne większości gatunków Trichoptera dla tego obszaru są praktycznie nierozpoznane i wykorzystując metodę barkodingu DNA, planuję identyfikację odłowionych osobników i opracowanie klucza do oznaczania larw opartego na cechach morfologicznych. Przy okazji realizacji tego projektu planuję również rozpoznanie potencjalnych gatunków kryptycznych i pseudokryptycznych występujących na tym obszarze.

Jednym z kluczowych zagadnień ekologii ewolucyjnej są relacje i wzajemna koewolucja pasożytów i ich gospodarzy. Dlatego zupełnie nowym kierunkiem moich badań zainicjowanych we współpracy z entomologami z Uniwersytetu Rzeszowskiego są parazytoidy (głównie Hymenoptera) występujące u Trichoptera. Te praktycznie niezbadane relacje planuję opisać również na tle czynników siedliskowych w ujęciu bioindykacyjnym.

*Edyta Buczyńska*